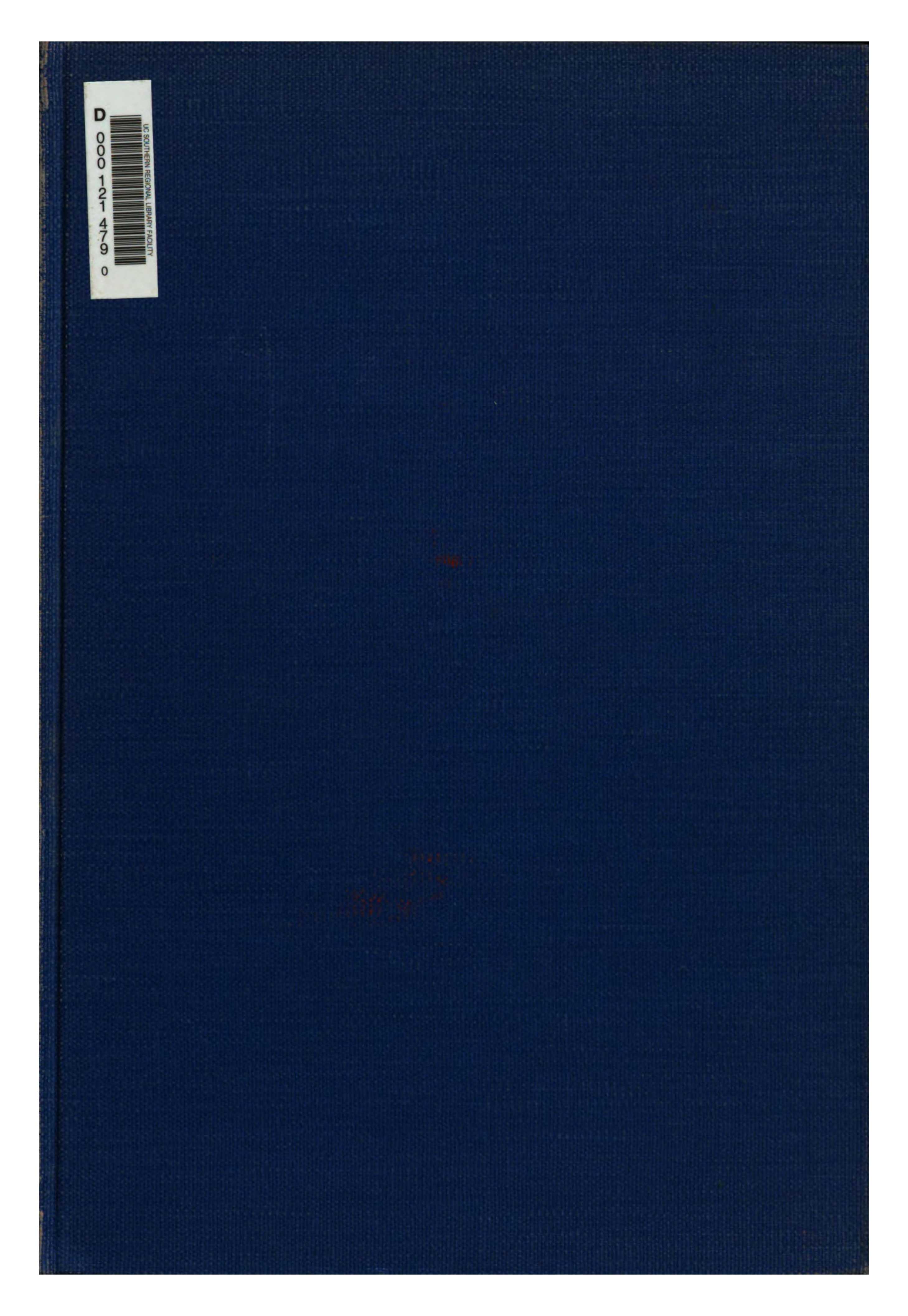

UC SOUTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY
D 000 121 479 0

Dr. J. B. Polak

Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen
Herausgeber: Prof. Dr. **Albers-Schönberg**
Ergänzungsband 33

Archiv und Atlas

der normalen und pathologischen Anatomie

in typischen Röntgenbildern

Entwicklungsreihen in Röntgenbildern von Hand, Fuß und Ellenbogen im Mädchen- und Knabenalter

Von
Dr. Åke Åkerlund

Mit 28 Tafeln

Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1918

Aus dem Röntgeninstitut des Kgl. Seraphimerlazaretts in Stockholm
(Vorstand: Prof. Dr. med. Gösta Forssell)

Entwicklungsreihen in Röntgenbildern

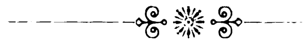
von

Hand, Fuss und Ellenbogen im Mädchen- und Knabenalter

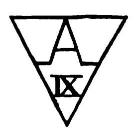
Von

Dr. Åke Åkerlund

Mit 28 Tafeln



Hamburg
Lucas Gräfe & Sillem
(Edmund Sillem)
1918



Der Redaktion eingeliefert Dezember 1915.

Einleitung.

Die vorliegende Untersuchung über die Entwicklung des Knochenskeletts während des Knaben- und Mädchenalters, wie sie an Röntgenogrammen des Hand-, Fuß- und Ellenbogenskeletts hervortritt, ist zunächst in der Absicht unternommen worden, eine Grundlage zu schaffen, die es erlaubt, in zuverlässigerer Weise als bisher den Grad der Rückständigkeit und den therapeutischen Effekt bei den täglich zahlreicheren Fällen von Entwicklungsstörungen, die zur Röntgenuntersuchung kommen, zu beurteilen. Insbesondere haben die lebhaften Forschungen der letzten Jahre auf dem Gebiete der inneren Sekretion es mit sich gebracht, daß ein immer größeres Interesse Entwicklungsstörungen des Skeletts entgegengebracht wird, und daß man nunmehr eine größere Genauigkeit des Vergleichs mit normalen Entwicklungsverhältnissen, als die bisher vorliegenden Atlaswerke es erlauben, verlangt. Die Erweiterung unserer Kenntnisse von den Faktoren, welche die Variationen im Ossifikationsprozeß bedingen, hat das Bedürfnis nach einem Normalatlas hervorgerufen, errichtet auf Grund eines Materials, das mit Rücksicht auf diese neuen Faktoren ausgewählt worden ist. Die vorliegende Entwicklungsreihe in Röntgenbildern unterscheidet sich von früheren außer durch diese sorgfältige Sichtung des Materials auch dadurch, daß bei jedem Individuum sowohl das Hand- als das Fuß- und das Ellenbogenskelett untersucht worden sind. Die Absicht ist hierbei die gewesen, durch Vergleich zwischen den drei Skeletteilen eine sichrere Auffassung des Entwicklungsgrades des Skeletts in seiner Gesamtheit zu ermöglichen, als wie sie beispielsweise nur auf Grund eines Handröntgenogrammes hat erhalten werden können.

Es war ursprünglich meine Absicht gewesen, die Untersuchung die ganze Entwicklung von der Geburt an bis zum Abschluß des Wachstums umfassen zu lassen, die Schwierigkeit aber, auch für die übrigen Alter ein gleich ausgewähltes Material zu erhalten, wie es mir für das Volksschulalter zu Gebote gestanden, hat bewirkt, daß ich — wenigstens vorläufig — von der Durchführung meines ersten Planes habe Abstand nehmen müssen.

Das Gesamtmaterial habe ich von verschiedenen Gesichtspunkten aus zusammengestellt, um wenn möglich neuen Faktoren auf die Spur zu kommen, die die Variationen im Entwicklungsgrade des Skeletts bedingen könnten. Es schien mir nämlich denkbar, daß mein Material, trotz seines relativ geringen Umfangs, doch dank seiner Gleichförmigkeit und seiner Auswahl nach einheitlichen Grundsätzen den Nachweis neuer Faktoren ermöglichen könnte, die bei früheren Untersuchungen an weniger gesichtetem Material der Aufmerksamkeit entgangen waren.

Das Ziel der Untersuchung ist in erster Linie ein rein praktisches: eine Anzahl Normalbilder aufzustellen, die rasch und sicher mit einem bestimmten Fall verglichen werden können. Da eine gute Reproduktion stets leichter und korrekter als eine noch so genaue und erschöpfende, umständliche Beschreibung ein Bild darbietet, das geeignet ist, Vergleichen zugrunde gelegt zu werden, so habe ich es für zweckmäßig erachtet, das ganze von mir gesammelte Bildermaterial, in fortlaufender Entwicklungsreihe geordnet, zu reproduzieren. Auch für die Beurteilung des Wertes der obenerwähnten Zusammenstellungen ist es wichtig,

die Stellung jedes einzelnen Individuums im Entwicklungssystem konstatieren zu können. Schließlich gewährt das Studium dieser fortlaufenden Bilderserie eine meines Erachtens wertvolle Vorstellung von den individuellen Variationen und ihrer Bedeutung für die Beurteilung des Entwicklungsgrades.

Dem ehemaligen Direktor des Kgl. Seraphimerlazaretts in Stockholm, Herrn Prof. Dr. J. Berg, der durch Bewilligung von Mitteln aus dem Etat der chirurgischen Klinik meine Untersuchung unterstützt hat, und meinem Chef, dem Vorstand des Röntgeninstituts des Seraphimerlazaretts, Herrn Prof. Dr. Gösta Forssell, der meiner Arbeit das größte Interesse entgegengebracht und sie durch wertvolle Ratschläge gefördert hat, ist es mir eine angenehme Pflicht, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Privatdozenten Dr. A. Josefson, dessen großes Interesse für Störungen auf dem Gebiete der inneren Sekretion den nächsten Anlaß dazu gegeben hat, daß diese so lange erwünschte Untersuchuug nun zur Ausführung gekommen ist, und der mir gütigst bei der ersten Auswahl des verwendeten Normalmaterials geholfen hat, erlaube ich mir an dieser Stelle herzlichst zu danken.

Auswahl des Materials.

Das Material der vorliegenden Röntgenuntersuchung besteht für jede Jahresklasse vom 8.—9. Jahre bis zum 14.—15. Jahre einschließlich aus vier Knaben und vier Mädchen, insgesamt also aus achtundzwanzig Knaben und achtundzwanzig Mädchen, die alle sorgfältig nach im folgenden angegebenen Grundsätzen ausgewählt worden sind.

Im Zusammenhang mit der Angabe dieser Grundsätze berühre ich in kurzen Übersichten diejenigen Untersuchungen, die eine Sichtung des Materials aus diesen verschiedenen Gesichtspunkten notwendig gemacht haben.

Rasse.

Die Untersuchungsobjekte sind ausgewählt worden unter Kindern von typisch germanischem Aussehen und mit rein schwedisch klingenden Namen. Das Material dürfte bis auf eine Ausnahme, auf die ich noch später zurückkommen werde, als völlig rassenrein betrachtet werden können.

Schon Hahn (—99) fühlte sich versucht, an eine „Rasseneigentümlichkeit" zu denken, um die verschiedenartigen Zeitangaben für das Auftreten des Knochenkerns in der proximalen Tibiaepiphyse zu erklären, die sich in seiner eigenen röntgenologischen und in Rambaud und Renaults anatomischer Untersuchung fanden. Die Bedeutung der Rassenverschiedenheit für die Ossifikation ist dann weiter von Hasselwander (—09) und Fujinami (—11) betont worden.

Bevölkerungsschicht.

Das Material ist ferner ausschließlich innerhalb einer und derselben Bevölkerungsschicht ausgewählt worden, nämlich unter Volksschulkindern in Stockholm, zugehörig den weniger bemittelten Klassen.

Fujinami sagt zwar in seinem Aufsatz „Über die Ossifikation von Handwurzelknochen" in bezug hierauf: „Die Kinder aus armen und aus reichen Klassen dürften etwa

gleichen Verlauf zeigen." Umfangreichere Untersuchungen betreffs dieser Frage habe ich nicht ausgeführt. Die wenigen Vergleiche, die ich habe anstellen können, haben indessen fast sämtlich gezeigt, daß Kinder aus den wohlhabenderen Klassen hinsichtlich der Entwicklung des Knochensystems weitergekommen waren als gleichaltrige weniger bemittelte. Nach Forssbergs Messungen übertrifft auch die mittlere Länge der reichen Kinder die der ärmeren. Da mein Material außerdem, worauf ich noch unten zurückkommen werde, eben mit Rücksicht auf diese bei verschiedenen Gesellschaftsklassen variierende mittlere Länge ausgewählt worden ist, so habe ich auch aus diesem Anlaß die Auswahl innerhalb einer und derselben Bevölkerungsklasse vornehmen müssen. Ich habe zur Untersuchung nur Stadtkinder genommen, da es sich möglicherweise annehmen ließe, daß bezüglich der Skelettentwicklung ein ähnlicher Unterschied zwischen Kindern aus Städten und vom Lande vorläge, wie er für sie bezüglich der Zeit des Eintritts der Pubertät und der Menstruation konstatiert worden ist.

Geschlecht.

Knaben und Mädchen bilden je eine besondere Entwicklungsreihe.

Der große Einfluß, den das Geschlecht auf den Ossifikationsprozeß ausübt, gar nicht berührt bei den anatomischen Untersuchungen über die Verknöcherung, wird in Behrendsens (—97) und v. Rankes (—98) röntgenologischen Arbeiten über die Ossifikation des Handskeletts vollständig geleugnet. In dem Atlas von Wilms und Sick (—02) wird die Geschlechtsverschiedenheit noch völlig unbeachtet gelassen, und Fujinami (—11) relatiert in dieser Frage nur v. Rankes Ansicht.

Doch war bereits 1899 von verschiedenen Forschern ein früherer Schluß der Epiphysenlinien bei der Frau als beim Manne beobachtet worden: von v. Wyss betreffs des Handskeletts und des Ellenbogens, von Bade betreffs des Fußskeletts. Bade sagt: „Auch scheint das Geschlecht bei der Ossifikation eine gewisse Rolle zu spielen; jedenfalls waren bei gleichem Alter stets die weiblichen Füße im Grade der Ossifikation den männlichen voran."

Einen Einfluß des Geschlechts konnte Hahn (—99) bei seinen Untersuchungen über die Entwicklung des Unterschenkels nicht betreffs des Zeitpunktes des Auftretens der verschiedenen Knochenkerne feststellen; dagegen fand er die Synostosierung früher abgeschlossen bei Frauen als bei Männern: „Die Nahtlinie verschwindet bei Frauen schon sehr häufig im 19.—20. Jahre, während bei Männern ihr Fehlen erst später ein seltenes wird."

Die Bedeutung des Geschlechtsunterschiedes für die Verknöcherung ist dann fernerhin konstatiert worden betreffs des Handskeletts an Material vom 10. Lebensjahre einschließlich an von I. Holmgren (—09), betreffs des Fußskeletts von Hasselwander (—10), von dem ich zitiere: „Es geht also . . . hervor, daß starke sexuelle Unterschiede in der Ossifikationszeit bestehen, sowohl zur Zeit der Geschlechtsreife, als auch schon lange vor derselben . . . Die Synostosierung (der Röhrenknochen des Fußes) erfolgt beim Weib nicht nur früher (um 2—4 Jahre!), sondern teilweise auch in einem rascheren Tempo als beim Mann, Erscheinungen, die mit Wirkungen innerer Sekretion der Keimdrüsen erklärt werden können." Betreffs des Ellenbogengelenks ist der Vorsprung des weiblichen Geschlechts in der Ossifikation durch Kontrolluntersuchungen von Köhler (—10) festgestellt, besonders was die Synostosierung anbelangt. Durch diese Untersuchungen ist zur Genüge bewiesen, daß man beim Studium der Entwicklung des Knochenskeletts stets besondere Entwicklungsreihen für Knaben und für Mädchen anordnen muß, da die Reihen infolge des großen Vorsprungs des weiblichen Geschlechts in der Ossifikation inkommensurabel sind.

Normalindividuen.

Das Material erhebt ferner den Anspruch darauf, nur völlig gesunde Individuen zu umfassen.

Sämtliche verwendeten Fälle sind zuerst einer eingehenden Untersuchung unterzogen worden. Nur Fälle mit völlig gesundem Aussehen und völlig normalem Körperbau ohne jede Mißbildung oder körperliche Schädigung sind mitgenommen worden. Kinder, die längere Zeit bettlägerig gewesen sind oder in der Anamnese Angaben über andere Leiden als eine akute Infektionskrankheit aufwiesen, sind ausgeschlossen worden. Die Untersuchung ist ferner darauf eingestellt worden, Fälle mit Zeichen von Krankheiten zu vermeiden, die erwiesenermaßen oder denkbarerweise Einfluß auf den Ossifikationsprozeß haben können: durchgemachte Rachitis, hereditäre Lues, Tuberkulose, Skrofulose, Anämie, Vitium org. cordis.

Schließlich habe ich große Aufmerksamkeit darauf verwendet, jeden Fall mit einem Symptom auszuschalten, das möglicherweise in einem Zusammenhang mit einer Störung der inneren Sekretion stehen könnte, und habe dabei die Untersuchung auf das allgemeine Aussehen und den allgemeinen Habitus, die Proportionen der Körperteile, Thyreoidea, Orchis, Haut, Nägel, Haarwuchs und Zahnentwicklung gerichtet. Schon Hertoghe legte einer verlangsamten Zahnentwicklung und verlangsamtem Zahnwechsel großes Gewicht bei als einem frühen Zeichen von Hypothyreoidismus bei Kindern, und neulich hat Josefson seine Auffassung dargelegt, daß sowohl die Zahn- als die Haarentwicklung (Haarwechsel) von der inneren Sekretion abhängig sind, daß dabei das ganze endokrine Drüsensystem von Bedeutung ist, und daß Anomalien innerhalb des Haar- und Zahnsystems den ersten Ausdruck einer endokrinen Störung bilden können.

Die Reihe von Untersuchungen, klinischen und experimentellen, die den Zusammenhang zwischen Störungen der inneren Sekretion und des Verlaufes des Ossifikationsprozesses berühren, ist allzulang, als daß sie im Rahmen dieser Studie auch nur in Form einer Übersicht durchgegangen werden könnten. Ich erwähne daher hier nur einige Forscher die einen mehr oder weniger bestimmten Einfluß auf den Ossifikationsprozeß bei verschiedenen Zuständen gestörter innerer Sekretion betont haben:

1. Langhans (—97), Hofmeister (—97), v. Wyss (—99), E. Bircher (—09) bei Kretinismus;
2. Springer und Serbanesco (—97), Machado (—05), Fuchs (—05) bei Myxödem;
3. Holmgren (—06) bei Morbus Basedowii;
4. Hofmeister (—94) bei Thyreoideaexstirpation;
5. E. Bircher (—10) bei Fütterung mit Thyreoideapräparaten;
6. Iselin (—08) und Erdheim (—11) bei Parathyreoideaexstirpation;
7. Poncet (—77), Sellheim (—99), Tandler und Groß (—07) bei Kastration;
8. Cerletti (—07) und Sandri (—09) bei Hypophysensaftinjektionen.

Ich will im folgenden kurz die Ansichten über den Zusammenhang zwischen der inneren Sekretion und den physiologischen Variationen der Ossifikation referieren.

Die größere oder geringere „mechanische Beanspruchung der Skeletteile“, „der Nichtgebrauch eines Gliedes“ werden von Hahn und Bade als Faktoren angeführt, für die eine beschleunigende oder verlangsamende Einwirkung auf die Ossifikation vermutet werden könnte. Einen verschiedenen Einfluß eines solchen funktionellen Moments auf mein Untersuchungsmaterial glaube ich dadurch ausgeschlossen zu haben, daß nur

Volksschulkinder zur Untersuchung gekommen sind, alle mit durch den Schulbesuch geregelter, fast identischer Beschäftigung den ganzen Tag über, und daß ich solche Fälle vermieden habe, die ein Gebrechen aufwiesen oder längere Zeit bettlägerig krank gewesen sind.

Körpergröße.

Schließlich besteht das Material nur aus normalgroßen Individuen, ausgewählt nach Prinzipien, auf die ich unten noch zurückkommen werde.

Zunächst will ich kurz den Zusammenhang zwischen Ossifikation und Körperlänge berühren. v. Wyss (—99) ist der erste, bei dem ich etwas über einen solchen Zusammenhang gefunden habe. v. Wyss sagt, er sei durch den allgemeinen Eindruck, den er bei einem Vergleich seines Kretinmaterials mit normalgroßen Individuen erhalten habe, zu dem Schluß gekommen, daß die verlangsamte Ossifikation bei den Kretinen ungefähr der Hemmung im Längenwachstum der Individuen entsprach, oder mit anderen Worten: „Die Knochen entsprechen in ihrer Entwickelung den Knochen des normalen Kindes von gleicher Länge". Dies bedeutet, daß je kleinere Körperlänge ein solcher Patient im Verhältnis zur Normallänge seines Alters habe, um so mehr verlangsamt seine Ossifikation sei. Die verlangsamte Ossifikation sollte sich nach v. Wyss „in späterem Auftreten der Knochenkerne und in langsamerem Verschwinden der Epiphysenfugen" äußern.

Der nächste Autor, der mit der Möglichkeit eines Zusammenhanges zwischen Knochenentwicklung und Körperlänge rechnet, ist Hahn (—99). Er berührt diese Frage in seinen „Röntgographischen Untersuchungen über das Verhalten der Epiphysen der Unterschenkelknochen während des Wachstums" in „Festschrift zum siebenzigsten Geburtstag von C. v. Kupffer". Zur Bestimmung des Einflusses der Körperlänge auf das Auftreten der Knochenkerne eignete sich Hahns Material nicht, da es für die fragliche Altersperiode nur kleine Längenvariationen aufwies. Was den Zeitpunkt des Auftretens des proximalen Tibiaepiphysenkerns betrifft, so konnte Hahn jedoch den Einfluß eines „besonders intensiven oder besonders verzögerten Längenwachstums" nachweisen: „Zur Zeit der Geburt ist bei mittelgutem Ernährungszustand ein Kern zu erwarten, wenn das Neugeborene nicht unter 49 cm Gesamtlänge besitzt." Demnach ein Zusammenhang zwischen verzögerter Ossifikation und verminderter Körperlänge! Um den Einfluß der Körperlänge auf den Synostosierungsvorgang zu untersuchen, stellte Hahn ferner eine vergleichende Untersuchung zwischen gleichaltrigen Soldaten möglichst größter und möglichst kleiner Körperlänge an. Hahn ging bei der Beurteilung des Resultats von der vorgefaßten Meinung aus, daß man bei kleinwüchsigen Individuen früher als bei großwüchsigen ein Verschwinden des Epiphysenknorpels oder, wie er sich ausdrückt, das Auftreten „einer Nahtlinie als Ausdruck einer kurz bevorstehenden oder vor einiger Zeit vorangegangenen Verschmelzung" zu erwarten habe. Einen wesentlichen Unterschied zwischen den Klein- und Großwüchsigen konnte Hahn nicht konstatieren. „Das Vorhandensein bzw. das Fehlen der Nahtlinie war bei beiden Gruppen relativ gleich häufig, eher fand ich die Nahtlinie bei den größeren Leuten öfter undeutlicher als bei den kleinen." Da dieses Resultat von Hahns Standpunkt aus unerwartet erschien, suchte er die Erklärung in „der schwierigen Durchleuchtung der bedeutend dickeren Knochenmassen" bei den größeren Leuten.

Dieser von v. Wyss und Hahn angedeutete Zusammenhang zwischen Knochenentwicklung und Körperlänge wird von I. Holmgren (—09) nach einer vorläufigen Mitteilung (—06) in Form eines mehr allgemeingültigen Gesetzes dargestellt. Holmgren hatte in seiner Abhandlung „Über den Einfluß der Basedowschen Krankheit und verwandter Zustände auf das Längenwachstum nebst einigen Gesetzen der Ossifikation" die normale Ossi-

fikation an einem Material von 113 Röntgenogrammen des Handskeletts studiert, die bis auf wenige Ausnahmen aus dem zweiten Altersjahrzehnt herrührten. Ich zitiere: „Der Parallelismus zwischen Verknöcherungsgrad und Körperlänge wiederholt sich mit solcher Regelmäßigkeit in größerem oder geringerem Grade Jahresklasse nach Jahresklasse sowohl bei Männern als bei Frauen, daß es unmöglich ist, ihn als eine zufällige Beschaffenheit meines Materials zu betrachten. Meines Erachtens kommt in ihm unzweifelhaft eine wirkliche Gesetzmäßigkeit zum Ausdruck." Holmgren drückt den Zusammenhang zwischen Ossifikation und Körperlänge folgendermaßen aus: „Unter Gleichaltrigen ist die Ossifikation demnach in demselben Maße mehr vorgeschritten, als das Individuum an Wuchs größer ist." Für nicht gleichaltrige Individuen formuliert Holmgren den Zusammenhang so, „daß ältere Individuen schon bei geringerer Körperlänge dieselbe Entwicklung aufweisen, wie sie die jüngeren erst bei größerer erreichen". Dies bedeutet mit anderen Worten, daß man bei einem zugleich größeren und älteren Individuum stets eine mehr vorgeschrittene Knochenentwicklung zu erwarten hat als bei einem kleineren und gleichzeitig jüngeren Individuum. Vorausgesetzt, daß diese Sätze volle Gültigkeit besitzen, so folgt hieraus, daß unter gleichgroßen Individuen das Knochenskelett bei einem älteren Individuum weiter entwickelt sein muß als bei einem jüngeren. Holmgren ist geneigt, seine für das Handskelett erhaltenen Resultate auf das Skelett in seiner Gesamtheit zu übertragen. Das Material, aus dem Holmgren seine Schlüsse gezogen hat, umfaßt zwar, wie erwähnt, nur die Abschlußstadien der Ossifikation, die Verknöcherung der Sesamknochen und die Synostosierung; Holmgren hält es jedoch für nicht ganz unwahrscheinlich, daß auch in einem früheren Stadium beim Auftreten der Knochenkerne ein ähnlicher Zusammenhang zwischen Körperlänge und Verknöcherung besteht, eine Vermutung, die bis zu einem gewissen Grade durch die vorliegende Untersuchung (vgl. S. 26) bestätigt wird. Holmgren zeigt, daß es mit größter Wahrscheinlichkeit eine gesteigerte Funktion der Schilddrüse ist, die bei seinem Strumamaterial eine Beschleunigung des Längenwachstums mit sich bringt und zu großem Wuchs Anlaß gibt. Da derselbe Parallelismus zwischen Körperlänge und Ossifikationsgrad sich sowohl bei physiologischen Variationen der Körperlänge als bei verschiedenen krankhaften Zuständen mit verminderter Körperlänge, die auf Störungen der Schilddrüsenfunktion beruhen, geltend zu machen scheint, so liegt es für Holmgren nahe, hierin den Ausdruck eines allgemeinen physiologischen Gesetzes „für die gemeinsame Abhängigkeit der Körperlänge und der Ossifikation von der Funktion der Schilddrüse" zu erblicken.

Der Einfluß der Körperlänge auf die Ossifikation ist auch von Hasselwander in einer im Jahre 1909 veröffentlichten Arbeit über die Ossifikation des Fußskeletts (vorläufige Mitteilung —08) berührt worden. Sein Material bestand aus 521 Füßen, Skelettpräparaten und Röntgenogrammen aus dem Alter zwischen 7 und 35 Jahren. Hasselwander kommt zu einem ähnlichen Resultat wie Holmgren: „Die Zunahme der Körperlänge steht in Beziehung zum Synostosierungsprozeß der Epiphysen, aber im Gegensatz zu der gebräuchlichen Anschauung, in dem Sinne, daß im Mittel bei intensiverem Wachstum die Epiphysen früher und rascher synostosieren, als bei schwächerem." Eine Angabe über den Einfluß der Körperlänge auf die Zeit des Auftretens der Knochenkerne habe ich dagegen bei Hasselwander in seinen 1903 veröffentlichten Untersuchungen über das Auftreten der Knochenkerne im Fußskelett nicht gefunden. Auch für Hasselwander liegt es nahe, in der normalen Variationsbreite der Körperlänge und des Ossifikationsgrades die Wirkung eines regulierenden Organs, zunächst da der Schilddrüse, eventuell auch anderer Drüsen mit innerer Sekretion, zu sehen[1]).

---

[1]) In einer soeben (—15) erschienenen Arbeit über endokrine Skelettentwicklungsstörungen stellt Josefson — gleichwie vor ihm Holmgren und Hasselwander — die physiologischen Variationen des Skelettwachstums in Zusammenhang mit Variationen innerhalb des hormonalen Zusammenwirkens des endokrinen Drüsensystems.

Nach dieser Übersicht über die Forschungsresultate auf diesem Gebiet scheint es klar, daß die Körperlänge ein Faktor ist, mit dem man bei der Aufstellung einer normalen Entwicklungsserie des Knochenskeletts zu rechnen hat.

Entweder kann man dann, wie Holmgren angibt, innerhalb jedes einzelnen Alters alle vorkommenden Körperlängen sammeln, oder auch kann man den Einfluß der variierenden Körperlänge dadurch eliminieren, daß man nur mit mittelgroßen Individuen arbeitet. Ich habe den letzteren Weg wegen seiner geringeren Weitläufigkeit gewählt. Meines Erachtens würde es übrigens aus Gründen, die aus dem Folgenden hervorgehen, nicht genügend sein, außer Alter und Geschlecht nur die wechselnde Körperlänge als ordnenden Faktor zu berücksichtigen. Ich habe vielmehr innerhalb jedes Alters mehrere normalgroße Individuen untersucht, um durch Vergleiche zwischen ihnen möglicherweise anderen Faktoren, die die Variationen des Ossifikationsgrades bedingten, auf die Spur zu kommen.

Bei der Auswahl normalgroßer Individuen habe ich mich zunächst nach Forssbergs 1902 veröffentlichten Messungen unter den weniger bemittelten Klassen gerichtet, bei denen das Material für die hier in Frage kommenden Alter aus Volksschulkindern in Stockholm bestand, also genau dasselbe Material, das für die vorliegende Untersuchung angewandt worden ist. Die ungefähr zwanzig Jahre früher von Key an schwedischen Volksschulkindern angestellten Messungen, die fast durchgehends niedrigere Werte als die Forssbergs zeigen, habe ich der Auswahl nicht zugrunde legen können, da sie offenbar den gegenwärtigen Verhältnissen nicht entsprechen. Auch das Resultat der Untersuchungen Holmgrens über die mittlere Länge älterer Volksschulmädchen in Stockholm 1904—06 zeigt, daß die Körperlänge bei diesen recht beträchtlich seit den 1880er Jahren zugenommen hat.

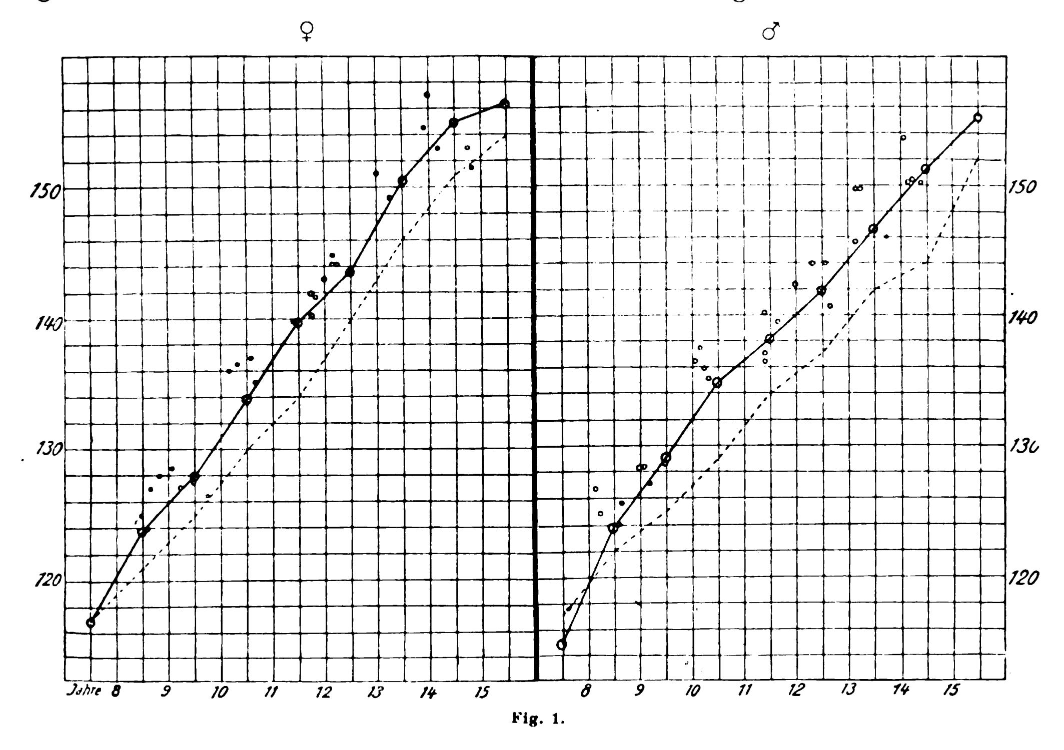


Fig. 1.

Die letzten mir bekannten Messungen der Körperlänge unter den unbemittelten Volksklassen Stockholms wurden 1906 von Holmgren ausgeführt und ergaben als Endresultat Ziffern, die durchgehends sogar noch etwas höher waren als die Forssbergs. Da diese Messungen indessen erst mit dem Alter von 11 Jahren beginnen, habe ich sie nicht verwenden können. Dafür habe ich bei der Auswahl der Kinder nach den Forßbergschen

Zahlen in den Fällen, wo ich zu wählen Gelegenheit gehabt habe, eher diejenigen, die etwas größere, als diejenigen, die kleinere Längenwerte als diese Zahlen aufwiesen, genommen [1]).

In dem beigefügten Diagramm, in welchem die Abszissenachse das Alter und die Ordinatenachse die Körperlänge, ferner die ausgezogene Linie Forssbergs Mittellängenkurve und die punktierte Linie die Keys darstellt, ist die Stellung jedes Einzelfalles durch einen Punkt bezeichnet. Auf graphischem Wege ist dann bestimmt worden, um wieviel die Körperlänge jedes Falles nach oben oder nach unten von der Mittellänge, die dem Alter des Falles entspricht (gerechnet in ganzen Jahren und Teilen eines Jahres), abweicht. Diese Abweichungen sind in der Übersichtstabelle S. 33 und 34 angegeben.

Sämtliche Messungen der Körperlänge sind morgens während der ersten Stunden nach dem Aufstehen ausgeführt worden, um die von Daffner, Forssberg, Malling-Hansen u. a. beobachteten oft ziemlich bedeutenden Tagesvariationen zu vermeiden. Alle Längenmessungen sind in stehender Stellung nach Ausziehen der Schuhe, aber mit aufbehaltenen Strümpfen, die medialen Fußränder aneinanderschließend, vorgenommen worden. Ein und dasselbe Meßinstrument ist angewandt worden, ein mit Millimeterteilung versehener Maßstab mit horizontal verschiebbarem Zeiger (Fabrikat Stille-Werner).

In diesem Zusammenhange sei erwähnt, daß außer den Längenmessungen an dem ganzen Material auch Messungen des Körpergewichts und des Brustumfangs ausgeführt worden sind. Alle diese Angaben finden sich in der Übersichtstabelle zusammengestellt.

Um Gleichförmigkeit auch bei diesen Messungen zu erhalten, ist auf folgende Weise verfahren worden. In sämtlichen Fällen sind die Kinder völlig entkleidet und zur gleichen Zeit des Tages, nämlich um die Mittagszeit unmittelbar nach der letzten Unterrichtsstunde, gewogen worden. Alle Wägungen sind mit derselben Wage (Modell Fix, Fabrik Stathmos) ausgeführt worden.

Der Brustumfang ist in der Mammillarebene bei stehender Stellung mit geraden, aufwärtsgestreckten Armen und unter oberflächlicher Atmung nach kräftigster Ausatmung gemessen worden, wobei der beobachtete Mittelwert angewandt worden ist. Um auch bei den älteren Mädchen, bei denen die Mammae sich bereits zu entwickeln begonnen, vergleichbare Werte zu erhalten, ist hier das Mittel zwischen dem möglichst strammen Maß in der Mammillarebene und dem Maß unmittelbar unter den Mammae genommen worden, welche beiden Maße im allgemeinen sich nicht um mehr als einen Zentimeter voneinander unterschieden haben.

Jahreszeit.

Es verdient vielleicht erwähnt zu werden, daß alle diese Messungen während des allerletzten Teils des Kalenderjahres ausgeführt worden sind, also zu einem Zeitpunkt, wo die Kinder bezüglich ihres Gewichts sozusagen ihre vorzugsweise während der Sommermonate vermehrte Körperlänge eingeholt haben. Nach Malling-Hansens (Kopenhagen) und Schmid-Monnards (Halle) ziemlich übereinstimmenden Untersuchungen vollzieht sich nämlich in den Entwicklungsjahren das größte Längenwachstum während der Sommermonate und die größte Gewichtszunahme während der Herbstmonate.

[1]) Zusatz zur Korrektur: Daß ich dabei recht getan, zeigen neulich (—17) von Dr. C. Sundell veröffentlichte Längenmessungen an einem großen Material aus den Stockholmer Volksschulen. Diese Messungen haben als Resultat fast durchgehends etwas höhere Werte der Körperlänge als sogar die Forssbergschen Zahlen sowohl für Knaben als für Mädchen ergeben. Mein Material kann daher in noch höherem Grade, als aus dem Diagramm hervorgeht, Anspruch darauf erheben, normalgroße Individuen darzustellen.

Eine Untersuchung über den Einfluß der Jahreszeit auf die Intensität des Ossifikationsprozesses ist mir nicht bekannt, doch scheint es mir angebracht, darauf hinzuweisen, daß sämtliche Röntgenogramme in unmittelbarem Zusammenhang mit den Körpermessungen aufgenommen worden sind.

Technik.

Zur Röntgenphotographierung habe ich gewählt die rechte Hand nebst dazugehörigem distalem Unterarmende, den rechten Fuß mit dem distalen Unterschenkelende und den rechten Ellenbogen. Diese drei Skeletteile geben nämlich auf der kleinsten Plattenfläche die größte Anzahl Knochenkerne und Epiphysenlinien und demnach die meisten Variationsmöglichkeiten. Drei Platten genügen; die eine kann dann sowohl für ein Frontal- als für ein Seitenbild des Ellenbogens und für ein Seitenbild des Calcaneums benutzt werden.

Bei allen Aufnahmen habe ich, um vergleichbare Bilder zu erhalten, identische Zentrierungen und identischen Fokusplattenabstand angewandt: für Hand und Fuß 60 cm, für Ellenbogen und Ferse 40 cm.

Die Hand ist in dorsovolarer Projektion photographiert, der Ellenbogen teils in ventrodorsaler, teils in radioulnarer Projektion, der Fuß in plantodorsaler Projektion und der Calcaneus in fibulotibialer Projektion.

Die Bilder sind mittels Seiferts Idealapparat und mit mittelharten Gundelachröhren unter Anwendung einer Expositionszeit zwischen 4 und 7 Sekunden aufgenommen worden. Verstärkungsschirm ist nicht angewandt worden.

Ordnung des Materials.

Wegen der relativen Kleinheit des Materials und da es aus einer Entwicklungsperiode herrührt, während der nur eine geringere Anzahl Knochenkerne angelegt und wenige Synostosen vollendet werden, habe ich auf den Versuch verzichtet, aus meinem Material einen Zeitpunkt für das Auftreten dieser Knochenkerne oder für den Eintritt der vollständigen Synostosen zu bestimmen.

Dagegen habe ich die mir aus der Literatur in Original oder Zitat zugänglichen anatomischen und röntgenologischen Angaben über den Zeitpunkt des Auftretens der Knochenkerne und der Vollendung der Synostosen für die bei der vorliegenden Untersuchung in Frage kommenden Skeletteile zusammengestellt. Diese Tabellen sind auf S. 35—38 wiedergegeben.

Auch habe ich von dem Gedanken Abstand genommen, aus dem Material für jede Jahresklasse unter Mädchen und Knaben ein schematisches Normalbild zusammensetzen zu wollen, sondern statt dessen die Gruppierung der Bilder so bewerkstelligt, daß die zu jeder Jahresklasse gehörigen Fälle aufeinander folgen und dadurch leicht zu vergleichen sind. Man erhält durch das Studium der Variationen in diesen Reproduktionen ein wahreres und sichreres Bild von den Entwicklungsverhältnissen eines gewissen Stadiums, als es durch die Beschreibung eines schematischen Normalbildes vermittelt werden kann. Eine solche Beschreibung muß nämlich stets mehr oder weniger hinken, einesteils deswegen, weil die Variationsmöglichkeiten nicht zum Ausdruck kommen, anderenteils wegen der Schwierigkeit, in Worten die in den Bildern leicht wahrnehmbaren Veränderungen zu schildern.

Meiner Untersuchung habe ich also den Plan zugrunde gelegt, sämtliche Fälle in zwei zusammenhängende Entwicklungsreihen, eine für Mädchen, eine für Knaben, einordnen zu versuchen. Die detaillierte Begründung der Placierung jedes einzelnen Falles in diesen Reihen wird unten (S. 17) in Tabellenform gegeben.

Die Tabelle ist so aufgestellt, daß sie gleichzeitig als erläuternder Text zu den Röntgenbildern, der auf die wesentlichen Unterschiede in der Entwicklung hinweist, dienen kann. Eine detaillierte Beschreibung der verschiedenen Bilder habe ich wegen der Uniformität des Materials nicht für notwendig erachtet; die Bilder sind alle Normalbilder in typischen Projektionen, so ausführlich in jedem Röntgenatlas beschrieben, daß sie nunmehr für sich selbst sprechen können.

Die Numerierung der Fälle geht dem Entwicklungsgrade parallel, wie ich ihn im folgenden beurteilt habe: eine höhere Zahl bedeutet vorgeschrittenere Ossifikation. Die Fälle 1—28 bestehen aus den Mädchen, die Fälle 29—56 aus den Knaben.

Da ich aus obenerwähnten Gründen der Ansicht gewesen bin, daß es dem praktischen Bedürfnis am besten entspräche, die Bilder Jahresklasse nach Jahresklasse, je vier und vier, und innerhalb der Jahresklassen mit Rücksicht auf ihre Entwicklung zusammenzustellen, so ist für einige Fälle eine kleine Verschiebung zwischen der Entwicklungsnummer des Falles und seiner Bildnummer entstanden, weshalb durchgehends die beiden Nummern angeführt werden.

Bevor ich zu der Tabelle übergehe, möchte ich die allgemeinen Gesichtspunkte darlegen, die bei der Beurteilung des Entwicklungsgrades des Knochenskeletts bestimmend gewesen sind.

Wenn man überhaupt versuchen will, jeden Fall an seinen bestimmten Platz in einem Entwicklungssystem zu stellen, so ist es zunächst vonnöten, sich eine allgemeine Auffassung von dem Entwicklungsgrade des Knochenskeletts in seiner Gesamtheit bei den verschiedenen Fällen durch einen Vergleich zwischen sämtlichen zugänglichen Knochenkernen, Epiphysen und Epiphysenlinien zu bilden. In keinem Falle darf man die Beurteilung auf die verschiedene Ausbildung eines einzigen Knochenkerns oder auch eines einzigen Skeletteils gründen. Bei Fällen, die einen gewissen Entwicklungsgrad erreicht haben, können nämlich vereinzelte Knochenkerne, beispielsweise der Knochenkern im Tuber calc., Capitulum radii oder Olecranon, vollständig fehlen, obwohl sie meistens bei Fällen, die ihrer Gesamtheit nach auf einem bedeutend niedrigeren Entwicklungsstadium stehen, vorhanden sind. Ich habe in der Tat keinen einzigen Knochen- oder Epiphysenkern im Hand-, Ellenbogen- oder Fußskelett gefunden, der nicht bei einem in seiner Gesamtheit vorgeschritteneren Fall weniger ausgebildet hätte sein können als bei einem weniger vorgeschrittenen. Es sind auch nur vereinzelte Fälle in meinen Entwicklungsreihen, die in allen Punkten weiter entwickelt sind als ihre nächstvorhergehenden Nachbarn. Die verschiedenen Knochenkerne des Skeletts bilden sich demnach bei verschiedenen Individuen nicht in ganz derselben Reihenfolge aus, bisweilen sind diese weitergekommen, bisweilen andere. Die Gesetzmäßigkeit, die man erwarten möchte, ist jedenfalls nicht so streng, daß nicht bereits unter meinem kleinen Material sich eine oder mehrere Ausnahmen fast betreffs jedes Knochenkerns finden, wie das aus nachstehender Tabelle hervorgeht.

Was hier von dem Entwicklungsgrad der einzelnen Knochenkerne im Verhältnis zu dem des ganzen Skeletts gesagt worden ist, kann auch für einen jeden der verschiedenen Skeletteile, Hand-, Fuß- und Ellenbogenskelett, gelten. Das Handskelett kann z. B. weniger verknöchert in einem Falle sein als in einem anderen, während gleichzeitig das Fuß- und das Ellenbogenskelett des ersteren Falles so wesentlich mehr ausgebildet als die des letzteren Falles sind, daß dieser als in seiner Gesamtheit auf einem niedrigeren Ossifikationsstadium stehend bezeichnet werden muß. In nachstehenden Tabellen sind mehrere solche Fälle zu finden. Hätte man sich bei der Platzwahl in der Entwicklungsreihe in solchen Fällen (bei-

spielsweise den Fällen 35 und 36) nur an das Handskelett gehalten, so hätte sich eine Reihenfolge ergeben direkt entgegengesetzt der, die auf eine Untersuchung auch der beiden anderen Skeletteile gegründet ist. Wenn daher Holmgren sagt, daß man völlig berechtigt ist, „die für das Handskelett erhaltenen Resultate auf das Skelett in seiner Gesamtheit zu übertragen", so ist er zu einem Schluß gekommen, der für mehrere Fälle schon meines kleinen Materials nicht Stich hält.

Bei der Bestimmung der Reihenfolge in den Entwicklungsserien hat die ebenerwähnte etwas ungleichförmige Entwicklung im allgemeinen keine größeren Schwierigkeiten verursacht. Für jeden Fall hat man die Gründe für und gegen eine gewisse Placierung gegeneinander abzuwägen gehabt. Ein Blick auf die Tabelle zeigt, daß die Gründe für jede Placierung im allgemeinen bedeutend kräftiger gewesen sind als die Gegengründe. Nur in einigen wenigen Fällen, auf die ich noch später zurückkommen werde, mit weniger ausgeprägten Unterschieden, ist die Placierung bisweilen eine ziemlich heikle Aufgabe gewesen, die ich indessen mit größtmöglicher Objektivität zu lösen versucht habe.

Da in nachstehender Tabelle im allgemeinen nur darauf hingewiesen worden ist, in welchen Hinsichten (z. B. in bezug auf Knochen- oder Epiphysenkerne, Epiphysenlinien) ein Fall „mehr entwickelt" oder „weniger entwickelt" ist als ein vorhergehender Fall — nämlich um ermüdende Wiederholungen zu vermeiden und um die Übersichtlichkeit der Tabelle zu erhöhen —, so dürfte es zweckmäßig sein, an dieser Stelle kurz die bestimmenden, mehr speziellen Gesichtspunkte zu berühren.

Was die Ausbildung der Epiphysen an den Röhrenknochen des Hand- und Fußskeletts betrifft, so hat man dabei die Form und Größe der Epiphysenkerne, ihre Höhe und ihre Breite im Verhältnis zu dem entsprechenden Diaphysenende zu berücksichtigen. Dagegen hat man bei dem hier vorliegenden Material, ausgenommen bei den ältesten Mädchen, kaum ein Resultat bei einem Vergleich der Höhe der Epiphysenknorpel zu erwarten.

Auf diese Frage wäre vielleicht in diesem Zusammenhange etwas näher einzugehen. Wiederholt ist die Annahme aufgestellt worden, daß man von der Zeit des Auftretens der Epiphysenscheibe an eine allmählich geschehende Abnahme ihrer Höhe, parallel dem Fortschritte der Ossifikation, zu erwarten habe. Bei Behrendsen und Wilms habe ich in dieser Frage Angaben gefunden, deren Formulierung möglicherweise geeignet scheinen könnte, die ebenerwähnte Annahme zu stützen. Behrendsen sagt, daß, nachdem die Epiphysen der Röhrenknochen sich überall an ihre Diaphysen dicht angelegt haben und von diesen nur noch durch helle Trennungslinien geschieden sind, diese „allmählich immer schmäler werdend, noch ziemlich lange persistieren". Wilms sagt: „Nach Anlage der Knochenkerne sämtlicher Epiphysen geht deren Wachstum gleichmäßig durch Jahre hindurch weiter, bevor sie mit den Diaphysen verschmelzen." Ich habe daher an meinem Material Messungen der Dicke der Epiphysenscheiben an dem Handskelett vorgenommen und mich dabei eines Projektionsapparates bedient, der die Röntgenogramme genau zehnmal vergrößerte; an den Projektionsbildern habe ich mittelst Millimetermaßes ohne Schwierigkeit Unterschiede in der Breite der Epiphysen messen können, die nur ein Zehntel Millimeter in wirklicher Größe betrugen. Ich bin dabei zu dem Resultat gekommen, daß die Breite der Epiphysenlinien bei dem ganzen Material — abgesehen von den beiden ältesten Jahresklassen der Mädchen, wo der Synostosierungsprozeß bereits begonnen hat — innerhalb ziemlich enger Grenzen variiert. Innerhalb der verschiedenen Jahresklassen kommen kleine individuelle Variationen vor; im allgemeinen sind die Epiphysenlinien bei den älteren Kindern eher etwas breiter als bei den jüngeren, indem sie mit dem allgemeinen Wachstum der Skeletteile mitgegangen sind. Hat der Synostosierungsprozeß einmal begonnen, so geschieht die Abnahme der Höhe der Epiphysenknorpel ziemlich rasch. Zu ungefähr demselben Resultat ist übrigens Hahn betreffs der Epiphysenlinie des Unterschenkels gekommen: Die Dicke des Fugenknorpels

hält sich „lange Jahre während des Wachstums ca. vom vierten Jahre bis nahe zur Zeit der Synostosierung immer gleich“. In Anbetracht der individuellen Variationen in der Dicke des Epiphysenknorpels ist man also nicht berechtigt, lediglich aus der Breite der Epiphysenlinie irgendwelchen Schluß auf den Grad von Verknöcherung zu ziehen, bevor die Ausbildung des fraglichen Skeletteils so weit vorgeschritten ist, daß man berechtigt ist anzunehmen, daß die ziemlich rasch verlaufende Synostosierung bereits begonnen hat.

Bezüglich der Reihenfolge, in welcher die verschiedenen Epiphysenlinien des Handskeletts sich schließen, habe ich wegen des geringen Umfangs meines Materials mir keine eigene Auffassung bilden können. Geschlossene Epiphysenlinien kommen nämlich nur bei den beiden ältesten Jahresklassen der Mädchen vor. Ich referiere daher nur die beiden letzten Untersuchungen in dieser Frage, die untereinander große Übereinstimmung zeigen. Nach Alexander (—06) ist die Reihenfolge diese: Die Verknöcherung beginnt an den Endphalangen, dann greift sie auf die Metakarpalia über, worauf die Grundphalangen und schließlich die Mittelphalangen ossifizieren; überdies ist die Ossifikation des zweiten und dritten Fingers früher zu bemerken als die der anderen Finger. Holmgren (—09) gibt folgende Reihenfolge an: 1) Endphalangen; 2) Metacarp., Dig. I; 3) Phal. 1, Dig. II—V; 4) Phal. 1, Dig. I; 5) Phal. 2, Dig. II—V; 6) Metacarp., Dig. II—V. Innerhalb der verschiedenen Knochenreihen des zweiten bis fünften Fingers schreitet die Synostosierung in ulnarer Richtung fort, am deutlichsten bei End- und Grundphalangen, weniger ausgesprochen bei den Mittelphalangen. Obwohl, wie erwähnt, mein geringes Synostosierungsmaterial nicht zu Schlüssen in dieser Frage berechtigt, bin ich doch kaum geneigt, eine so streng präzisierte Reihenfolge für die Synostosierung wie die ebengenannte anzunehmen. Da die ganze Skelettentwicklung so große Variationen in der Reihenfolge des Auftretens der Knochen- und Epiphysenkerne und in dem Grade des Wachstums dieser Kerne zeigt, so dürfte man kaum eine so große Gesetzmäßigkeit in der Reihenfolge für das Erreichen des Endstadiums der Ossifikation, der Synostosierung, zu erwarten haben.

Das Karpal- und das Tarsalskelett, gleichwie die basalen Teile von Metakarpal- und Metatarsalknochen, liefern oft gute Anhaltspunkte für die Beurteilung des Entwicklungsgrades. Die verschiedenen Knochen liegen hier aneinandergedrängt, so daß man sich leicht eine Auffassung von der Dicke der die Knochenkerne umgebenden Knorpelschicht bilden kann. Man kann leicht verfolgen, wie diese Knorpelschicht mehr und mehr durch Knochen ersetzt wird, wie die ursprünglich breiten Knorpelzonen zu dünnen Gelenkknorpeln zwischen den einzelnen Knochen zusammengedrängt werden, während die ursprünglich runden Knochenkerne bei ihrem Wachstum mehr und mehr kantige Formen annehmen, sich mehr und mehr nach den benachbarten Knochen modellieren und schließlich die Fortsätze aussenden, die das ausgebildete Skelett charakterisieren: Tuberculum oss. mult. maj., Tuberculum oss. navicul., Tuberositas oss. cuboid., Hamulus oss. hamati, Processus styloid. oss. metacarp. III, Tuberositas oss. metatars. V.

Die Knochenkerne innerhalb des Hand- und Fußskeletts, deren erste Anlegung in das vorliegende Entwicklungsstadium fällt, sind: die Knochenkerne in Os mult. maj., Os pisiforme, Tuber calcanei, Tuberositas oss. metatars. V sowie in den Ossa sesamoidea.

Es ist klar, daß die inkonstanten Knochenkerne (beispielsweise in der Tuberos. oss. metatars. V. in gewissen Sesamknochen, in gewissen von den Phalangealepiphysen der vier letzten Zehen) nur zu Vergleichen in solchen Fällen, wo sie ausgebildet sind, verwendet werden können. Die Abwesenheit dieser Knochenkerne bei einem Fall berechtigt natürlich nicht an und für sich zu einem Schluß auf den Entwicklungsgrad im Verhältnis zu einem Fall, wo sie angelegt sind. Die beiden distalen Phalangen der vier lateralen Zehen, besonders die Mittelphalangen, mit ihren inkonstanten oder rudimentären Epiphysenkernen sind im übrigen überhaupt ungeeignet, als Anhaltspunkte für die Beurteilung der Ossifikation zu dienen. Auch sagt Köhler: „Verspätetes Auftreten der Ossifikation, Vereinfachung des

Ossifikationsprozesses und Ausbleiben der Gelenkbildung sind an den Zehen nichts Pathologisches."

Zur Beurteilung der komplizierten Verknöcherungsverhältnisse des Ellenbogenskeletts sind die beiden Röntgenogramme in verschiedenen Projektionen benutzt worden. Die Größenangaben für die Knochenkerne sind hier auf Messungen in drei Dimensionen basiert. Die Knochenkerne im Ellenbogenskelett, die während des vorliegenden Entwicklungsstadiums zur Anlegung kommen, sind die Knochenkerne im Olecranon, Trochlea hum., Epicond. lat. hum. Der später auftretende, zweite Olecranonkern ist inkonstant und kommt nach Jedlička in fast 20% vor.

Nach Wendt ist die Reihenfolge der Synostosen im distalen Humerusende folgende: zuerst vereinigt sich der Trochleakern mit dem Kern in der Eminentia capitata, mit dem ungefähr gleichzeitig der Knochenkern im Epicond. lat. verschmilzt. Diese aus den drei verschiedenen Knochenkernen zusammengesetzte distale Humerusepiphyse vereinigt sich dann mit der Diaphyse, nicht früher im medialen Teile als im lateralen. Zuletzt vereinigt sich der selbständige Kern im Epicond. medialis mit der Diaphyse.

Placierungstabelle.

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Mädchen		
Fall 1, Bild 1	—	—
Fall 2, Bild 2	Hand: distaler Ulnaepiphysenkern, Karpalskelett in seiner Gesamtheit (auch Vorkommen eines hanfkorngroßen Pisiformekerns), Metakarpalknochenepiphysen, Epiphysen an Grund- und Mittelphalangen. Ellenbogen: proximale Radiusepiphyse, Knochenkern im Epicond. med. hum. Fuß: Tarsalskelett in seiner Gesamtheit (auch größerer Calcaneusapophysenkern), Metatarsalknochenbasen.	—
Fall 3, Bild 3	Hand: distale Ulnaepiphyse (Proc. styloid.). Ellenbogen: Vorkommen von Olecranonkern und Trochleakern. Fuß: Calcaneusapophyse.	Hand: Abwesenheit eines Pisiformekerns.

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Fall 4, Bild 4	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit (auch Vorkommen eines hanfkorngroßen Pisiformekerns). Fuß: Tarsalskelett in seiner Gesamtheit, Metatarsalknochenbasen.	Hand: distale Ulnaepiphyse, Epiphysen der Finger. Ellenbogen: Olecranon- und Trochleakern. Fuß: Epiphysen d. Zehen.
Fall 5, Bild 5	Hand: Epiphysen an sämtlichen Phalangen und Metakarpalknochen, distale Ulnaepiphyse. Ellenbogen: Knochenkern im Olecranon und im Epicond. med. hum. Fuß: Calcaneusapophyse, Vorkommen eines kleinen Knochenkerns im Sesam. I fib.	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit. Ellenbogen: proximale Radiusepiphyse, Abwesenheit des Trochleakerns.
Fall 6, Bild 6	Hand: distale Ulnaepiphyse, Karpalskelett in seiner Gesamtheit (auch Vorkommen eines hanfkorngroßen Pisiformekerns), Metakarpalknochen, die meisten Phalangealepiphysen. Ellenbogen: proximale Radiusepiphyse, Olecranonkern, Vorkommen eines bedeutenden Trochleakerns und kleinen Knochenpunkts im Epicond. lat. hum. Fuß: Calcaneusepiphysenlinie.	Fuß: Abwesenheit eines Knochenkerns im Sesam. I fib.
Fall 7, Bild 7	Hand: Pisiformekern. Ellenbogen: Knochenkern im Epicond. lat. hum. Fuß: Calcaneusapophyse und Knochenkern im Sesam. I fib.	Hand: Handskelett in seiner Gesamtheit außer dem Pisiformekern.
Fall 8, Bild 8	Hand: Handskelett in seiner Gesamtheit (auch größerer Pisiformekern). Ellenbogen: Olecranonkern. Fuß: Calcaneusapophysenlinie.	Ellenbogen: Abwesenheit eines Trochleakerns und Kerns im Epicond. lat. hum. Fuß: Abwesenheit eines Kerns im Sesam. I fib.
Fall 9, Bild 9	Hand: Pisiformekern. Ellenbogen: Olecranonkern, Vorkommen eines Knochenkerns in Trochlea und Epicond. lat. hum. Fuß: Tarsalskelett in seiner Gesamtheit.	Fuß: Calcaneusapophysenlinie.
Fall 10, Bild 10	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit (außer dem Pisiformekern). Ellenbogen: Trochleakern. Fuß: Calcaneusapophysenlinie, Vorkommen eines relativ großen Knochenkerns im Sesam. I fib.	Hand: Pisiformekern. Ellenbogen: Olecranonkern.
Fall 11, Bild 13	Hand: Pisiformekern. Fuß: Sesam. I fib. und Auftreten eines Knochenkerns auch im Sesam. I tib.	Ellenbogen: Trochleakern. Fuß: Calcaneusapophyse.

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Fall 12, Bild 14	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit. Ellenbogen: Olecranonkern. Fuß: Calcaneusapophyse.	Ellenbogen: Abwesenheit eines Trochleakerns.
Fall 13, Bild 11	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit, Epiphysen der Mittelphalangen. Ellenbogen: Trochleakern und Kern im Epicond. lat. hum.	Fuß: Sesam. I fib. et tib.
Fall 14, Bild 12	Hand: Pisiformekern (doppelt). Ellenbogen: Trochleakern und Knochenkern im Epicond. lat. hum. Fuß: Vorkommen eines punktförmigen Knochenkerns in der Tuberositas oss. metatars. V, Knochenkern im Sesam. I tib.	Hand: Epiphysen an den Mittelphalangen. Ellenbogen: Olecranonkern.
Fall 15, Bild 15	Fuß: Knochenkern in der Tuberositas oss. metatars. V, Knochenkern im Sesam. I fib.	—
Fall 16, Bild 16	Hand: Karpalskelett (beispielsweise Os naviculare), Epiphysen an den Mittelphalangen. Ellenbogen: Olecranonkern und Knochenkern im Epicond. lat. hum.	Fuß: Knochenkern in der Tuberositas oss. metatars. V.
Fall 17, Bild 17	Ellenbogen: Olecranonkern und Kern im Epicond. lat. hum.	Ellenbogen: Trochleakern.
Fall 18, Bild 18	Hand: Auftreten eines kleinen Knochenpunkts im Sesam. I uln., Karpalskelett (beispielsweise Hamulus oss. hamati), Epiphysen an den Mittelphalangen. Ellenbogen: Trochleakern und Kern im Epicond. lat. hum., proximale Radiusepiphyse.	—
Fall 19, Bild 19	Hand: Epiphysen an den Mittelphalangen, Pisiformekern. Ellenbogen: Olecranonkern (doppelt), Trochleakern und Kern im Epicond. lat. hum., distale Humerusepiphysenlinie.	Fuß: Knochenkern in der Tuberositas oss. metatars. V, Sesam. I fib. et tib.
Fall 20, Bild 20	Hand: Sesam. I uln. Ellenbogen: Trochleakern. Fuß: Knochenkern in der Tuberositas oss. metatars. V, Sesam. I fib. et tib.	Hand: Abwesenheit eines ausgebildeten Hamulus oss. hamati.
Fall 21, Bild 21	Hand: Hamulus oss. hamati, Sesam. I uln. und Vorkommen eines Knochenkerns auch im Sesam. I rad.; Epiphysenlinien der Endphalangen. Ellenbogen: Olecranon, distale Humerusepiphysenlinie. Fuß: Epiphysenlinien der Endphalangen, Calcaneusapophysenlinie.	Fuß: Sesam. I fib. et tib.

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Fall 22, Bild 22	Hand: Vorkommen von Knochenkernen im Sesam. II radial. und Sesam. interphal. I dist. Ellenbogen: Epiphysenlinien an Radius und Ulna sowie am Humerus. Fuß: Tuberositas oss. cuboid., Sesam. I fib. et tib., Auftreten eines Knochenkerns im Sesam. I dist.	—
Fall 23, Bild 23	Hand: Sesam. I uln. et rad. Ellenbogen: Ulnaepiphysenlinie. Fuß: Epiphysenlinien der Endphalangen.	—
Fall 24, Bild 24	Hand: sämtliche Epiphysenlinien an Phalangen und Metakarpalknochen, besonders an den Endphalangen. Fuß: sämtliche Epiphysenlinien an Phalangen und Metatarsalknochen, Calcaneusapophysenlinie.	Hand: Sesam. I uln. et rad. Fuß: Tuberositas oss. cuboid.
Fall 25, Bild 25	Hand: Epiphysenlinien der Endphalangen. Ellenbogen: Abwesenheit von Epiphysenlinien. Fuß: Calcaneusapophysenlinie, Tuberositas oss. cuboid., Metatarsalknochenepiphysenlinien.	—
Fall 26, Bild 26	Hand: Epiphysenlinien der Endphalangen, Sesam. I uln. et rad. Fuß: distale Tibiaepiphysenlinie, Metatarsalknochenepiphysenlinien.	Fuß: distale Fibulaepiphysenlinie.
Fall 27, Bild 27	Hand: Abwesenheit von Epiphysenlinien an sämtlichen Endphalangen; Epiphysenlinien an Radius und Ulna sowie übrigen Phalangen und Metakarpalknochen, Sesam. I uln. et rad. Fuß: Abwesenheit von Epiphysenlinien an sämtlichen Phalangen; Epiphysenlinien an Tibia, Fibula und Metatarsalknochen, Abwesenheit einer Calcaneusapophysenlinie.	—
Fall 28, Bild 28	Hand: Abwesenheit von Epiphysenlinien an der Mehrzahl der Grundphalangen; Epiphysenlinien an Mittelphalangen und Metakarpalknochen. Fuß: Metatarsalknochenepiphysenlinien.	—
Knaben		
Fall 29, Bild 29	—	—

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Fall 30, Bild 30	Hand: distaler Ulnaepiphysenkern, distaler Radiusepiphysenkern, Knochenkern im Os mult. min., Vorkommen eines Knochenkerns im Os mult. maj. Ellenbogen: proximaler Radiusepiphysenkern. Fuß: Tarsalskelett (vorzugsweise Os naviculare), Vorkommen von Knochenkernen in der Calcaneusapophyse.	Hand: Os naviculare, Epiphysen an der Mehrzahl d. Grundphalangen.
Fall 31, Bild 31	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit, die meisten Epiphysen an Metakarpalknochen und Grundphalangen. Ellenbogen: proximaler Radiusepiphysenkern.	Fuß: Calcaneusapophysenkern (nur angedeutet durch ein paar Knochenpunkte).
Fall 32, Bild 32	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit, Epiphysen an den meisten Metakarpalknochen, Grund- und Mittelphalangen. Ellenbogen: Knochenkern im Epicond. med. hum. Fuß: Calcaneusapophysenkern.	Hand: distaler Ulnaepiphysenkern.
Fall 33, Bild 33	Hand: distaler Ulnaepiphysenkern, doppelter Knochenkern im Os mult. maj. Fuß: Calcaneusapophysenkern.	Ellenbogen: proximaler Radiusepiphysenkern.
Fall 34, Bild 34	Ellenbogen: proximaler Radiusepiphysenkern. Fuß: Calcaneusapophysenkern.	Hand: distaler Ulnaepiphysenkern, Os naviculare.
Fall 35, Bild 35	Hand: distale Ulna- und Radiusepiphyse, Karpalskelett in seiner Gesamtheit, Epiphysen an den meisten Metakarpalknochen und Phalangen. Ellenbogen: proximale Radiusepiphyse, Vorkommen eines Olecranonkerns und Andeutung eines Trochleakerns. Fuß: Tarsalskelett in seiner Gesamtheit, Calcaneusapophysenkern.	—
Fall 36, Bild 36	Ellenbogen: Olecranonkern, Trochleakern, Vorkommen eines kleinen Knochenpunktes im Epicond. lat. hum. Fuß: Calcaneusapophysenkern.	Hand: Handskelett in seiner Gesamtheit, am deutlichsten betreffs des Karpalskeletts.
Fall 37, Bild 37	Hand: distale Ulna- und Radiusepiphyse, Größe des Handskeletts, Epiphysen an den Mittelphalangen. Ellenbogen: Trochleakern.	Ellenbogen: proximale Radiusepiphyse und Abwesenheit von Knochenkernen in Olecranon und Epicond. lat. hum.

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Fall 38, Bild 38	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit (beispielsweise Navicularekern). Ellenbogen: proximale Radiusepiphyse, Trochleakern.	Fuß: Calcaneusapophysenkern.
Fall 39, Bild 39	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit, Epiphysen an einzelnen Phalangen, Proc. styloid. uln. Fuß: Metatarsalknochencapitula, Calcaneusapophyse.	Ellenbogen: Trochleakern.
Fall 40, Bild 40	Ellenbogen: Trochleakern und Vorkommen eines Olecranonkerns. Fuß: Tarsalskelett in seiner Gesamtheit, Calcaneusapophyse.	—
Fall 41, Bild 49	Hand: Größe des Handskeletts; Karpalskelett, Epiphysen an den Mittelphalangen. Fuß: Calcaneusapophyse.	Ellenbogen: Trochleakern (nur durch ein paar Knochenpunkte angedeutet), Knochenkern im Epicond. med. hum., Abwesenheit eines Olecranonkerns.
Fall 42, Bild 41	Ellenbogen: Trochleakern, Knochenkern im Epicond. med. hum. und Vorkommen eines kleinen Olecranonkerns.	Hand: Epiphysen an Mittelphalangen.
Fall 43, Bild 42	Hand: Epiphysen an Mittelphalangen. Ellenbogen: Olecranonkern.	Fuß: Calcaneusapophyse.
Fall 44, Bild 43	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit, Epiphysen an Mittelphalangen. Ellenbogen: Olecranonkern, Knochenkern im Epicond. med. hum. Fuß: Calcaneusapophyse, Tuberositas oss. cuboid.	Ellenbogen: Trochleakern.
Fall 45, Bild 45	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit. Ellenbogen: Olecranon- und Trochleakern. Fuß: Calcaneusapophyse.	Hand: Epiphysen an Mittelphalangen. Fuß: Tuberositas oss. cuboid.
Fall 46, Bild 46	Ellenbogen: Vorkommen eines kleinen Knochenkerns im Epicond. lat. hum. Fuß: Calcaneusapophyse und Vorkommen eines kleinen Knochenkerns im Sesam. I tib.	Ellenbogen: Trochleakern.
Fall 47, Bild 47	Hand: Vorkommen eines kleinen Knochenkerns im Os pisiforme, Epiphysen der Mittelphalangen. Ellenbogen: Olecranon- und Trochleakern, Knochenkern im Epicond. lat. hum. Fuß: Vorkommen eines Knochenkerns im Sesam. I fib.	Fuß: Calcaneusapophyse und Abwesenheit eines Knochenkerns im Sesam. I tib.

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Fall 48, Bild 48	Hand: Pisiformekern. Fuß: Calcaneusapophyse, Knochenkern im Sesam. I fib., Vorkommen eines bedeutenden (doppelten) Knochenkerns im Sesam. I tib.	Ellenbogen: Olecranonkern und Abwesenheit eines Trochleakerns.
Fall 49, Bild 44	Hand: distale Ulna- und Radiusepiphyse, Karpalskelett in seiner Gesamtheit (auch größerer Pisiformekern), Epiphysen der Mittelphalangen. Ellenbogen: Olecranonkern und Vorkommen eines großen Trochleakerns.	Fuß: Calcaneusapophyse, Sesam. I tib. et fib.
Fall 50, Bild 50	Hand: distale Ulna- und Radiusepiphyse, Karpalskelett in seiner Gesamtheit, Größe des Handskeletts. Fuß: Größe des Fußskeletts.	Hand: Epiphysen der Mittelphalangen. Ellenbogen: Abwesenheit von Knochenkernen in Olecranon und Epicond. lat. hum. Fuß: Abwesenheit von Knochenkernen im Sesam. I fib. et tib.
Fall 51, Bild 51	Hand: distale Ulna- und Radiusepiphyse, Karpalskelett in seiner Gesamtheit (auch größerer Pisiformekern), Phalangealepiphysen besonders der Mittelphalangen, Vorkommen eines Knochenkerns im Sesam. I uln. Ellenbogen: Trochleakern, Vorkommen von bedeutenden Knochenkernen in Olecranon und Epicond. lat. hum. Fuß: Calcaneusapophyse und Apophysenlinie, Vorkommen von großen Knochenkernen im Sesam. I fib. et tib.	—
Fall 52, Bild 52	Ellenbogen: Trochleakern, distale Humerusepiphysenlinie. Fuß: Calcaneusapophysenlinie, Vorkommen eines Knochenkerns in der Tuberositas oss. metatars. V.	Hand: Handskelett in seiner Gesamtheit (Karpalskelett, vereinzelte Phalangealepiphysen, Abwesenheit eines Knochenkerns im Sesam. I uln.). Fuß: Sesam. I fib. et tib.
Fall 53, Bild 53	Hand: Karpalskelett in seiner Gesamtheit (Hamulus oss. hamati), Vorkommen eines kleinen Knochenpunkts im Sesam. I uln. Fuß: Sesam. I tib. et fib.	Hand: Proc. styloid. uln. Ellenbogen: Trochlea- und Olecranonkern.

Ordnungsnummer und Bildnummer der Fälle:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall mehr entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:	In folgenden Hinsichten ist das Knochenskelett bei dem betreffenden Fall weniger entwickelt als bei dem nächstvorhergehenden Fall:
Fall 54, Bild 54	Ellenbogen: Trochleakern und Kern im Epicond. lat. hum., Olecranonkern (doppelt). Fuß: Vorkommen eines kleinen Knochenkerns in der Tuberositas oss. metatars. V.	Hand: einzelne Phalangealepiphysen, Abwesenheit eines Knochenpunkts im Sesam. I uln.
Fall 55, Bild 55	Hand: distale Ulnaepiphyse, Karpalskelett in seiner Gesamtheit, Vorkommen eines kleinen Knochenpunkts im Sesam. I uln. Fuß: Calcaneusapophysenlinie, Knochenkern in der Tuberositas oss. metatars. V.	Ellenbogen: Trochlea- und Olecranonkern. Fuß: Sesam. I tib. et fib.
Fall 56, Bild 56	Hand: vereinzelte Phalangealepiphysen. Ellenbogen: Olecranon- und Trochleakern, distale Humerusepiphysenlinie. Fuß: Calcaneusapophysenlinie.	—

Untersuchung über den Einfluß verschiedener Faktoren auf den Ossifikationsprozeß.

Ein Studium der Placierungstabelle zeigt, daß es möglich gewesen ist, nach den oben angegebenen Gesichtspunkten sämtliche Fälle in zwei gleichmäßig verlaufende Entwicklungsreihen, eine für jede Geschlechtsgruppe, einzuordnen.

Meines Erachtens kann man nur betreffs der Reihenfolge bei den Fällen 33—34 und 45—46 möglicherweise verschiedener Meinung sein, da die Fälle in diesen beiden Gruppen auf ungefähr derselben Entwicklungsstufe stehen. Denkt man sich diese Entwicklungsreihen durch ein Diagramm in der Weise veranschaulicht, daß längs der Abszissenachse die Fälle in der oben angegebenen Reihenfolge in gleichmäßigen Zwischenräumen abgetragen werden, und die Ordinatenachse den steigenden Entwicklungsgrad des Knochensystems repräsentiert, so würde man zwei allmählich ansteigende Kurven, eine für Mädchen und eine für Knaben, erhalten. Nur an der Stelle der ebenerwähnten Fälle 33—34 und 45—46, die jeweils denselben Entwicklungsgrad aufwiesen, hätte man zu erwarten, daß die Kurve einen horizontalen Verlauf zeigte. Die Kurve der Mädchen müßte in einem etwas höheren Niveau als die der Knaben beginnen, entsprechend dem kleinen Vorsprung der Mädchen in bezug auf die Ossifikation vor den Knaben schon in der ersten Jahresklasse. Da die Mädchen dann besonders in den letzten Jahresklassen den Knaben in ossifikatorischer Hinsicht beträchtlich voran sind, so müßte ihre Kurve bedeutend höher als die der Knaben steigen und dadurch einen steileren Verlauf erhalten. Ich nenne im folgenden die auf diese Weise konstruierten Kurven der Kürze halber Ossifikationskurven.

Um den Zusammenhang zwischen der Knochenentwicklung und den Faktoren, die man als dieselben bestimmend angenommen hat, zu studieren und eventuell neue derartige Faktoren zu entdecken, habe ich einige Diagramme konstruiert, die sich von dem eben beschriebenen Ossifikationsdiagramm nur dadurch unterscheiden, daß ich auf der Ordinatenachse den Entwicklungsgrad des Knochensystems durch den Faktor oder das Produkt der

Faktoren, deren Einfluß untersucht werden sollte, ersetzt habe; die Reihenfolge der Fälle auf der Abszissenachse ist natürlich dieselbe wie in den Ossifikationskurven. Von den Faktoren, deren Kurven die größte Übereinstimmung mit den beiden Ossifikationskurven zeigen, muß als wahrscheinlich angenommen werden, daß sie in intimstem Zusammenhang mit dem Ossifikationsprozeß stehen.

In diesen Diagrammen habe ich mit punktierten Linien solche Abweichungen von dem gleichmäßigen Anstieg der Kurve markiert, die sich in einem Fallen der Kurve oder in einem so raschen Ansteigen derselben geäußert haben, daß sie danach sich hat senken müssen, um auf das Niveau des folgenden Falles zu kommen.

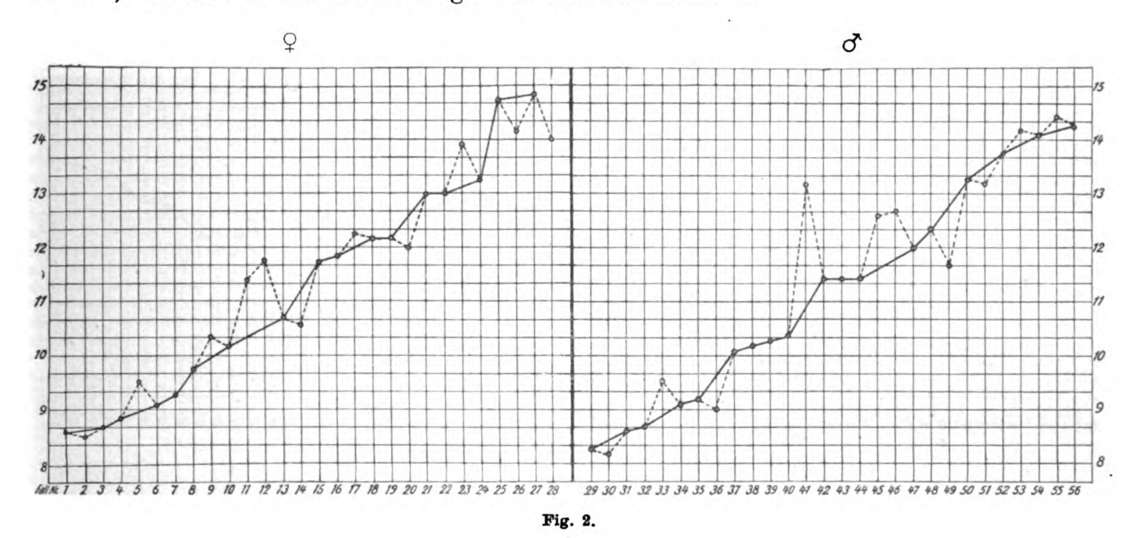


Fig. 2.

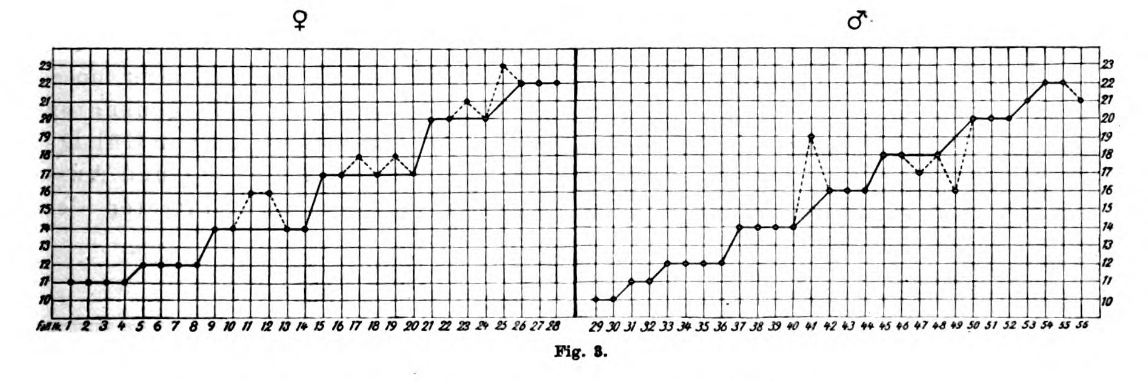


Fig. 3.

Ich gebe hier zunächst (Fig. 2) die Kurve, bei der die Ordinatenachse das Alter bezeichnet, ferner (Fig. 3) die Kurve, bei der außer dem Alter auch die Körperlänge mitberücksichtigt worden ist. Diese letztere Kurve ist in der Weise erhalten worden, daß längs der Ordinatenachse Werte, entsprechend den abgerundeten zwei ersten Ziffern des Produkts von Alter und Länge, abgetragen wurden. Diese wie auch die folgenden in den Diagrammen verwendeten Zahlen finden sich in der Übersichtstabelle S. 33 und 34 wiedergegeben.

Zwischen den Entwicklungs- und den Alterskurven herrscht kein größerer Grad von Übereinstimmung; bei den Mädchen zeigt die Alterskurve in 11 Fällen, bei den Knaben in 10 Fällen Abweichungen sowohl nach oben als nach unten von den gleichmäßig ansteigenden Ossifikationskurven aus.

Wird auch die Länge berücksichtigt, so bessert sich der Verlauf der Kurven ganz beträchtlich; die Anzahl Abweichungen nimmt bei den Mädchen auf 6, bei den Knaben auf

4 ab. Da indessen diese Kurven im allgemeinen sich terrassenförmig von Jahresgruppe zu Jahresgruppe erheben und dadurch von den gleichmäßig ansteigenden Ossifikationskurven abweichen, so habe ich die Kurven dadurch vergleichbarer zu machen gesucht, daß ich bei dem obengenannten Produkt auch die Ziffer der dritten Stelle sicher bestimmte. Der allgemeine Verlauf der Kurven wird hierdurch (Fig. 4) verbessert, die Anzahl Abweichungen wird aber größer, bei Mädchen 9 und bei Knaben 9. Vergleicht man diese Kurven mit den Ossifikationskurven und macht man sich ihre Bedeutung klar, so kommt man zu dem Resultat, daß es unter diesen 28 Mädchen und diesen 28 Knaben 9 von jedem Geschlecht, insgesamt 18 Kinder, gibt, bei denen der Ossifikationsprozeß nicht streng parallel dem steigenden Produkt von Alter und Länge geht.

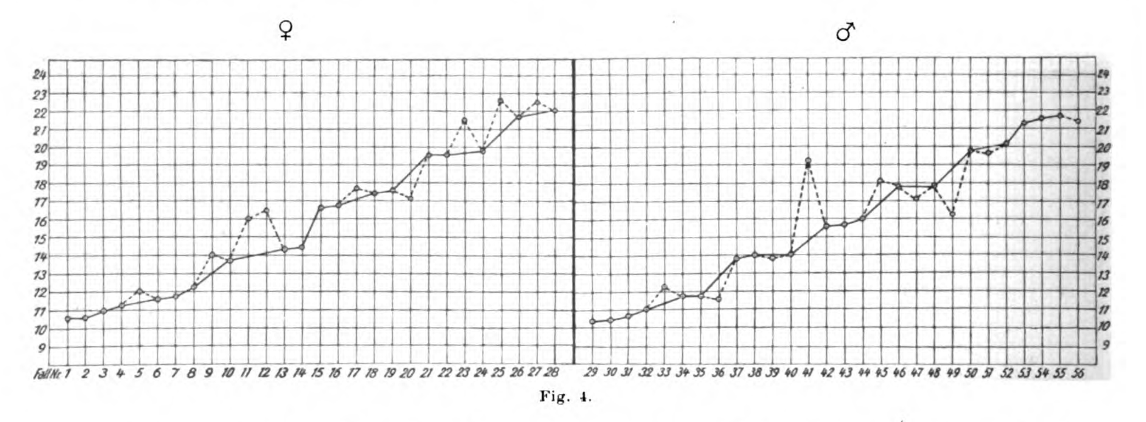


Fig. 4.

Diese 18 Kinder sind mit anderen Worten solche, die in größerem oder geringerem Grade Ausnahmen von den Regeln darstellen, daß ältere und gleichzeitig größere Kinder bezüglich der Ossifikation weiter vorgeschritten sind als jüngere und gleichzeitig kleinere, oder daß unter gleichgroßen die älteren weiter vorgeschritten sind als die jüngeren. Die Ausnahmen sind ungefähr gleich verteilt über die ganzen Reihen; sie sind also nicht innerhalb besonderer Altersklassen angehäuft, welcher Umstand zeigt, daß die genannten Sätze von der Bedeutung der Körperlänge ungefähr denselben Grad von Gültigkeit für die frühzeitigeren Stadien der Ossifikation, die Anlegung und Ausbildung der Knochenkerne, besitzen wie für die späteren, das Auftreten der Synostosen (vgl. S. 10).

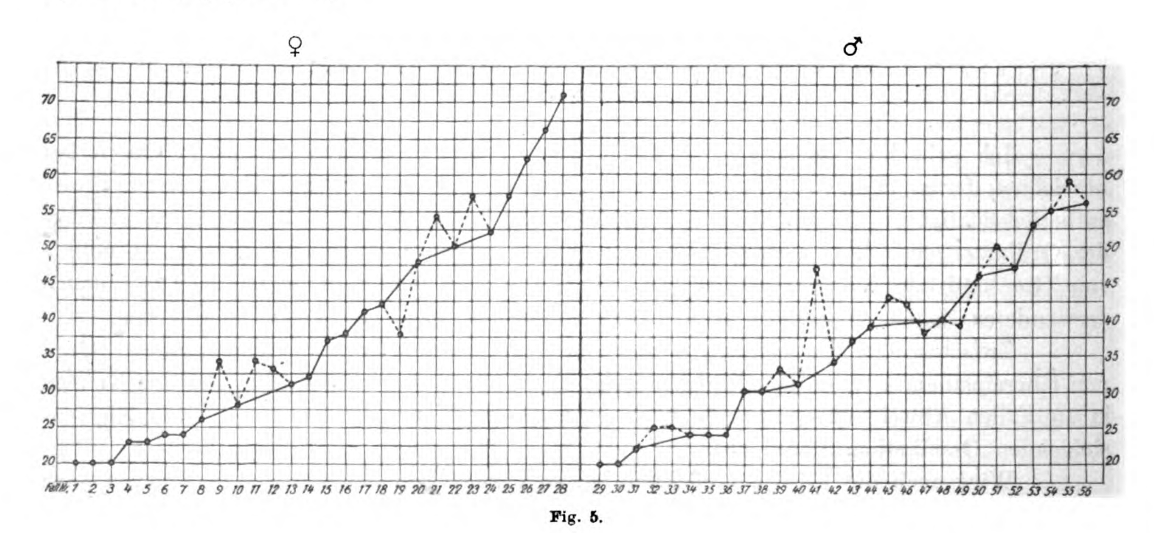


Fig. 5.

Um zu untersuchen, ob bei meinem ausgewählten Material ein Parallelismus sich zwischen Ossifikation und Körpergewicht nachweisen ließe, sind folgende Kurven konstruiert worden. In dem Diagramm, Fig. 5, repräsentiert die Ordinatenachse das Produkt aus Alter und Gewicht, in Fig. 6 das Produkt aus Alter, Länge und Gewicht. Diese beiden Diagramme zeigen demnach, wie die Kurven in Fig. 3 und 5 sich ändern, wenn auch das Körpergewicht berücksichtigt wird. Eine durchgehende, größere Übereinstimmung mit den Ossifikationskurven kann hierbei nicht konstatiert werden, ebensowenig wie wenn das absolute Körpergewicht durch das Gewicht pro Längeneinheit ersetzt wird, Diagramm Fig. 7.

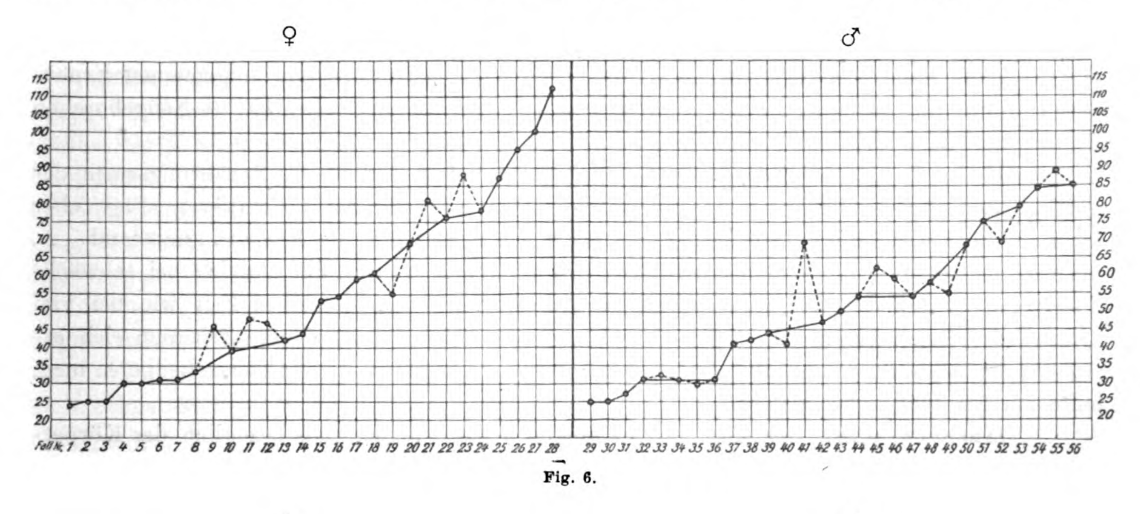


Fig. 6.

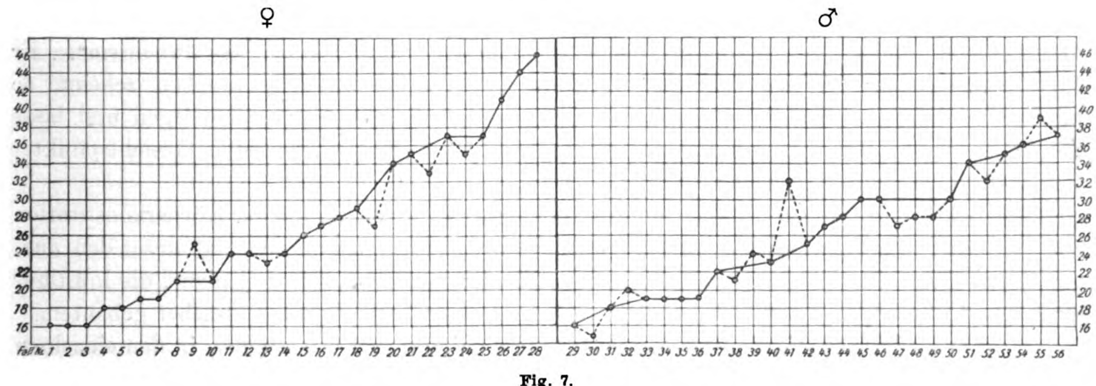


Fig. 7.

Von besonderem Interesse scheint es mir zu sein, daß von zwei genau gleichalten und gleichgroßen Mädchen (Fälle 21 und 22) nicht das schwerere, sondern das leichtere bezüglich der Verknöcherung mehr entwickelt ist. Es kann in diesem Zusammenhange auch angebracht sein, an einen von Bade beschriebenen Fall von eineiigen, wohlgebildeten Zwillingen zu erinnern, wo bei dem leichteren Zwillingsbruder ein Calcaneuskern gefunden wurde, der bei dem um 220 g schwereren vollständig fehlte. Somit herrschte in diesem Falle trotz genau desselben Alters und genau derselben Ernährungsquelle ein umgekehrtes Verhältnis zwischen Körpergewicht und Knochenentwicklung.

Es ist mir stets auffällig erschienen, daß ein direkter Zusammenhang zwischen Körperkonstitution oder allgemeinem Ernährungszustand und Ossifikation meines Wissens von keinem Forscher sicher konstatiert worden ist.

So sagt bereits Behrendsen (—97), daß „kräftig erscheinende Kinder durchaus nicht immer den äußerlich schwächlicheren voraus sind". v. Ranke (—98) sagt: „Das Geschlecht,

ebenso der Ernährungszustand, wenn das Individuum nur sonst normal ist, scheinen auf den Verknöcherungsvorgang keinen wesentlichen Einfluß zu üben." Bei Wilms (—02) heißt es: „Es können z. B. in ihrem Wachstum und ihrer Knochenentwicklung normale Kinder von zarteren oder schwächeren bezüglich der Anlage der Knochenkerne überholt werden." Fujinami (—11) relatiert in dieser Frage Behrendsen, v. Ranke und Wilms. Das gleiche tut Holmgren (—09) und fügt hinzu, daß dies in guter Übereinstimmung mit seinem Untersuchungsresultat steht, wonach „die frühzeitige Verknöcherung den großwüchsigen Individuen zukommt. Die größere Körperlänge bietet gleichfalls nicht mehr als eine ziemlich bedingte Garantie für erhöhte Widerstandskraft und Leistungsfähigkeit."

Andererseits haben Hahn (—99) und Hasselwander (—09) auf die Möglichkeit einer Beeinflussung des Ossifikationsprozesses durch Konstitution oder allgemeinen Ernährungszustand hingewiesen, obwohl ihr Material — mit Ausnahme von Hahns Neugeborenen — ihnen nicht erlaubt hat, Schlußfolgerungen zu ziehen.

Hahn konnte bei Neugeborenen einen wesentlichen Einfluß des Ernährungszustandes auf die Zeit des Auftretens des proximalen Tibiaepiphysenkerns konstatieren, fügt aber hinzu: „Es scheint einige Zeit nach der Geburt . . . der allgemeine Ernährungszustand . . . nicht mehr den gleichen Einfluß zu besitzen wie anfangs." Hahn sah nämlich bei schwächlichen und zarten Individuen verschiedene Knochenkerne zu derselben Zeit wie bei viel kräftigeren Gleichalterigen auftreten. „Daß aber ein über einen größeren Zeitraum sich erstreckender schlechter Ernährungszustand auch ein spätes Auftreten der Kerne bedingen mag, halte ich für sehr naheliegend."

Hasselwander, der Zusammenstellungen seines Fußmaterials bezüglich des Körperzustandes und des Gesundheitsgrades vorgenommen hat, letztere graduiert auf Grund allgemeiner Schätzung mittels Ausdrücken wie „kräftig", „gesund", „schwächlich", „krank" usw., konnte keine Anhaltspunkte dafür finden, „daß bei kräftigem Organismus die Intensität der Ossifikations- und Synostosierungsvorgänge eine andere wäre als bei geschwächtem". Er fügt jedoch hinzu: „Wenn sich auch hier ein negatives Resultat zu ergeben scheint, so möchte ich immerhin auf diese Zusammenstellung kein allzu großes Gewicht legen und lasse die Möglichkeit offen, daß bei besonderer Berücksichtigung des erwähnten Gesichtspunktes sich weitere Resultate ergeben".

Bei meinen eigenen Untersuchungen über diese Frage, den Einfluß der Körperkonstitution auf den Ossifikationsprozeß, zog es bald meine Aufmerksamkeit auf sich, daß unter den ausgewählten gleichaltrigen, gleichgroßen und gesunden Kindern fast stets diejenigen, die kräftiger aussahen, bezüglich der Ossifikation weiter vorgeschritten waren als die schwächer gebauten.

Bevor ich näher auf diese Frage eingehen konnte, galt es zunächst, in den einzelnen Fällen ein objektives Maß für die Körperkonstitution anstatt eines subjektiven, schwer abzustufenden Schätzens zu erhalten.

Ich bediente mich dabei einer von A. Bornhardt (—86) angegebenen, in Raubers Anatomie und Vierordts Tabellen zitierten Formel, zur Berechnung der Konstitution aus Körpergewicht, Körperlänge und Brustweite. Es dürfte angezeigt sein, zunächst etwas näher auf diese Formel einzugehen.

Bornhardt glaubte durch Massenuntersuchungen an Rekruten festgestellt zu haben, „daß ein beständiges, bestimmtes Verhältnis existiere zwischen dem Produkt, welches annähernd die Größe der Körperoberfläche ausdrückt, und dem Körpergewicht, und daß dieses Verhältnis sich nur bei Veränderung der Konstitution ändert: je kräftiger das Subjekt, desto kleiner ist die Ziffer, welche dieses Verhältnis ausdrückt, und umgekehrt, je schwächlicher das Subjekt, desto größer diese Ziffer". Nach Bornhardt machte sich in der Formel nicht nur der Entwicklungsgrad der Muskulatur, wie auch Afonski[1]) (—87) hervorgehoben,

---

[1]) Literaturangaben bei Bornhardt, St. Petersb. med. Wochenschr. —88.

sondern auch der andere Faktor geltend, der seiner Ansicht nach die Konstitution bestimmte, nämlich der schwächere oder kräftigere Knochenbau.

Der Wert der Bornhardtschen Formel ist durch Untersuchungen an Rekruten von zwei russischen Militärärzten kontrolliert worden: Alexejewski[1]) (—87) in 79 Fällen und Abkowitsch[1]) (—88) in 667 Fällen; Alexejewski hat in allen seinen Fällen volle Übereinstimmung zwischen der Auffassung von der Konstitution, zu der er durch allgemeine Besichtigung und durch die Bornhardtsche Formel gelangt war, erhalten, Abkowitsch hat in 9% Abweichungen zwischen den beiden Methoden erhalten, welche Abweichungen nach Bornhardt darauf beruhen dürften, daß bei der Beurteilung zu wenig Rücksicht auf die Ausbildung der Extremitäten genommen wurde.

Diese Bornhardtsche Formel habe ich nun benutzt, um den Konstitutionsgrad bei meinen in Entwicklung begriffenen Individuen zu bestimmen. Dabei habe ich durch Inversion der Formel eine Ziffer erhalten, die bei kräftigerer Konstitution höher ist als bei schwächerer. In keinem einzigen Falle hat mein allgemeiner Eindruck von der Konstitution in Widerspruch zu der Auffassung gestanden, die ich durch Anwendung der Formel erhalten habe. Ich lasse ganz dahingestellt, ob diese Bornhardtsche Formel in anderen Fällen stets ein richtiges Maß der Konstitution gibt, halte aber ihre Anwendung hier für völlig berechtigt, um bei diesen im voraus ausgewählten gesunden, normalgroßen, normal gebauten und wohlproportionierten Individuen eine relative Auffassung von der Körperkonstitution zu geben.

Die relativen Maße, die ich für den Konstitutionsgrad erhalten habe, finden sich in der Übersichtstabelle S. 33 und S. 34 angeführt.

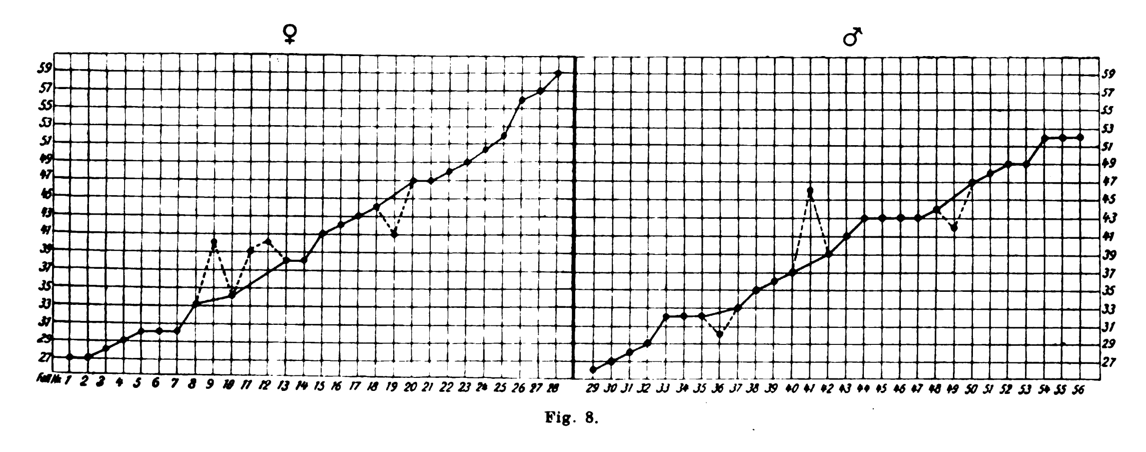


Fig. 8.

Das Diagramm in Fig. 8 zeigt, welche Veränderung die Alterskurven (Fig. 2) erfahren, wenn auch der verschiedene Konstitutionsgrad der Fälle mitberücksichtigt wird, so wie dieser auf die eben angegebene Weise bestimmt wurde. Diese Kurve ist in derselben Weise wie die Kurven in Fig. 4 und 6 zustandegekommen, wo außer dem Alter auch die Körperlänge bzw. das Körpergewicht berücksichtigt worden sind.

Vergleicht man nun diese Kurven in Fig. 8 mit den gedachten Ossifikationskurven, so fällt die Übereinstimmung zwischen ihnen sogleich in die Augen. Die Übereinstimmung ist hier größer als die Übereinstimmung zwischen den Ossifikationskurven und den hier zuvor wiedergegebenen Kurven (Fig. 3—7), sowohl was den allgemeinen Verlauf der Kurven als auch was die Anzahl Abweichungen betrifft, und gilt gleichermaßen für Knaben und für Mädchen.

Die Kurve in Fig. 8 beginnt gleich der Ossifikationskurve etwas niedriger bei den Knaben als bei den Mädchen; sie steigt wie die Ossifikationskurve bedeutend höher bei den

[1]) Literaturangaben bei Bornhardt, St. Petersb. med. Wochenschr. —88.

Mädchen als bei den Knaben und gibt bei den Knaben die beiden in der Ossifikationskurve auftretenden Plateaus wieder. Die Anzahl Abweichungen von dem gleichmäßigen Anstieg der Ossifikationskurven beträgt hier insgesamt sieben für das gesamte Material, vier bei den Mädchen, drei bei den Knaben, ungefähr gleichmäßig längs den Kurven verteilt.

Betreffs dieser Ausnahmefälle habe ich bei näherer Nachforschung in zwei Fällen eine wahrscheinliche Ursache für die Abweichung aufspüren können. So zeigte es sich, daß der Fall 9, dessen Ossifikation auf einem bedeutend niedrigeren Stadium steht, als man aus Alter und Konstitution des Falles erwartet, eine Ausnahme auch aus dem Gesichtspunkt der Rassenreinheit bildet, indem er anglosächsischer Herstammung war. Ferner wiesen bei diesem Falle die meisten der Phalangen der Hand und des Fußes eine solche Andeutung von rudimentärer, distaler Epiphyse auf, wie ich sie in mehreren Fällen bei Entwicklungshemmungen beobachtet habe. Der Fall 19, dessen Knochenskelett mehr entwickelt ist, als es auf Grund von Alter und Konstitution berechnet werden konnte, erwies sich auch auf einem anderen Gebiet als weiter entwickelt gegenüber den Nachbarfällen: sie war die einzige innerhalb ihrer Jahresklasse, bei der die Achselhöhlen- und Schamhaare und zwar in beträchtlichem Grade entwickelt waren. Es liegt nahe, an eine vermehrte Funktion eines im Dienst der inneren Sekretion stehenden Organs als die abnorm frühe Entwicklung sowohl auf dem einen als auf dem anderen Gebiete verursachend zu denken.

Für die übrigen fünf Ausnahmefälle ist es mir nicht gelungen, eine Erklärung für die Abweichung zu finden. Vielleicht wäre die Placierung der Fälle in der Entwicklungsreihe eine andere geworden, wenn noch mehr Skeletteile — beispielsweise auch die der anderen Seite — in die Untersuchung einbezogen worden wären.

Als ein Umstand, der geeignet ist, die Wahrscheinlichkeit der Annahme eines Einflusses der Konstitution auf den Ossifikationsprozeß zu beleuchten, sei in diesem Zusammenhange insbesondere erwähnt, daß von den beiden oben angeführten genau gleichgroßen und gleichalten Mädchen (Fälle 21 und 22) das, welches ein geringeres Körpergewicht, aber ein höheres Konstitutionsmaß hatte, eine weiter vorgeschrittene Ossifikation aufwies als das, welches ein höheres Körpergewicht, aber ein niedrigeres Konstitutionsmaß hatte.

Aus dem Obigen scheint mir hervorzugehen, daß bei meinem nach den oben angeführten Gesichtspunkten ausgewählten Material ein noch größerer Parallelismus zwischen Konstitution und Entwicklung des Knochenskeletts als zwischen Körperlänge und Verknöcherung herrscht. Daß ein solcher Parallelismus zuvor geleugnet oder nicht konstatiert worden ist, scheint mir auf der Ungleichförmigkeit des verwendeten Materials zu beruhen; keine Rücksicht ist genommen worden auf Verschiedenheit von Rasse, Bevölkerungsschicht, Geschlecht und Körperlänge, gesunde Individuen sind mit kranken gemischt worden, die Volksschulkinder der Städte mit den körperlich arbeitenden Kindern auf dem Lande, Skelettmaterial mit Röntgenogrammen usw.

Der verhältnismäßig geringe Umfang meines Materials verbietet es mir natürlich, allgemeingültige Schlüsse bezüglich des hier nachgewiesenen Parallelismus zu ziehen. Dieser Parallelismus ist ja außerdem hier nur bei normalgroßen Individuen und nur für das Knaben- und Mädchenalter konstatiert. Es erübrigt sich zu zeigen, in welchem Grade er sich auch bei einem Vergleich zwischen großwüchsigen und kleinwüchsigen Individuen und innerhalb anderer Entwicklungsalter geltend macht.

Eine besondere Untersuchung über den Einfluß der Konstitution auf den Ossifikationsprozeß bei groß- und kleinwüchsigen Individuen habe ich nicht ausgeführt. Ich kann indessen nicht umhin, die mir zugänglichen Fälle kurz zu berühren, die einen kleinen Beitrag zur Lösung dieser Frage liefern können. Sie stammen aus einem teilweise bereits gesammelten Material her, das eine Fortsetzung der vorliegenden Entwicklungsreihen in älteren Jahresklassen bilden soll. Infolge der Schwierigkeit, nach dem Volksschulalter eine größere Anzahl normalgroßer Individuen zu erhalten, die auch die übrigen von mir für

ein gleichförmiges Material aufgestellten Forderungen erfüllten, habe ich vorläufig hier sowohl klein- als großwüchsige Individuen mitgenommen. Unter diesen finden sich vier 15 jährige, völlig gesunde Fabrikmädchen, die dem Grade ihrer Entwicklung nach in nachstehender Tabelle aufgeführt sind. Da sie sich im Synostosierungsalter befinden, so ist die gegenseitige Placierung der Fälle leicht mit Sicherheit zu beurteilen. Wie aus der Tabelle hervorgeht, variiert die Körperlänge dieser Mädchen von 5 cm unter bis 10 cm über der ihrem Alter entsprechenden Mittellänge.

Entwicklungsgrad des Skelettes	Name	Alter	Länge	im Verhältnis zur Mittellänge	Gewicht	Brustumfang	Alter × Länge	Alter × Gewicht / Länge × Br.-U.
I	E. R.	15,00	162,5	+ 6,9	48,5	77,0	244	578
II	E. J.	15,92	151,5	— 5,1	41,0	70,5	241	610
III	K. J.	15,00	165,5	+ 9,9	52,5	77,0	249	615
IV	L. Ö.	15,75	151,7	— 4,9	47,0	75,5	239	644

Der Parallelismus zwischen Verknöcherung und Konstitution ist bei diesen vier Fällen durchgängig, während ein strenger Zusammenhang zwischen Ossifikation und Körperlänge nicht nachzuweisen ist.

Die Frage, ob der bei meinem Material festgestellte Parallelismus zwischen Konstitution und Ossifikation, wie er sich darin äußert, daß ein kräftiger gebautes Individuum früher als ein schwächlicher gebautes ein gewisses Ossifikationsstadium erreicht, eine allgemeine Gültigkeit besitzt, kann nur durch Massenuntersuchungen an ausgewähltem Material entschieden werden. Ich habe hier nur betonen wollen, daß mein ganzes Material deutlich auf einen solchen Zusammenhang hinweist.

Sollte, wie ich es für wahrscheinlich halte, ein derartiger Parallelismus wirklich vorhanden sein, so muß man, um den gleichzeitigen, im großen und ganzen geltenden Parallelismus zwischen Ossifikation und Körperlänge zu erklären, sich denken, daß es bei einem gesunden Material im allgemeinen die längeren Individuen wären, die die kräftigsten Konstitutionen hätten. Solchenfalls würde die größere Übereinstimmung mit der Knochenentwicklung, die erhalten wurde, indem die Konstitution anstatt der Körperlänge als ordnender Faktor genommen wurde, darauf beruhen, daß die Ossifikation auch in der geringeren Anzahl von Fällen, wo kein Zusammenhang zwischen Körperlänge und Körperkonstitution herrschte, der Konstitution, nicht aber der Körperlänge parallel ginge.

Zusammenfassung.

1. Das Untersuchungsmaterial besteht aus gesunden, normalgroßen Kindern im Alter von 8—14 Jahren.

2. Diese Kinder sind in zwei fortlaufende Reihen, eine für Knaben und eine für Mädchen, nach steigendem Ossifikationsgrad geordnet worden.

3. Der Ossifikationsgrad ist nach dem Gesamteindruck bestimmt worden, der durch ein detailliertes Studium der Hand-, Fuß- und Ellenbogenröntgenogramme jedes Individuums erhalten worden ist.

4. Hierbei hat es sich gezeigt, daß es nicht hinreichend ist, die Beurteilung der Ossifikation auf die Untersuchung nur eines Skeletteils (beispielsweise des Handskeletts, wie es gebräuchlich gewesen) zu gründen, wenigstens nicht, wenn größere Genauigkeit beabsichtigt wird.

5. Auch gibt — an und für sich — die variierende Breite des Epiphysenknorpels keinen Anhaltspunkt für die Beurteilung ab, sofern nicht der ganze Entwicklungsgrad des betreffenden Skeletteils den unmittelbar bevorstehenden Eintritt der Synostosierung andeutet.

6. Gute Anhaltspunkte für die Gradation gewährt dagegen, außer dem Auftreten von Knochenkernen (auch in Sesambeinen) und von Synostosen, die Entwicklung des Karpal- und Tarsalskeletts, der Metakarpal- und Metatarsalbeinbasen sowie der Epiphysen selbst, ihre Größe und Form (nicht der Epiphysenlinien).

7. Das Auftreten neuer Knochenkerne geschieht nicht zu einem bestimmten Zeitpunkt in der Entwicklungsreihe, und die Entwicklung folgt nicht ein und derselben Ordnung. Es gibt unter meinem Material kaum einen einzigen Knochen- oder Epiphysenkern, der nicht bei einem in seiner Gesamtheit weiter vorgeschrittenen Fall weniger ausgebildet hätte sein können als bei einem in seiner Gesamtheit weniger vorgeschrittenen Fall.

8. Ein regelnder Einfluß der Körperlänge auf den Ossifikationsgrad hat bei dem vorliegenden Material beobachtet werden können.

9. In noch höherem Grade als die Körperlänge hat die Körperkonstitution sich als von Bedeutung für die Ossifikation erwiesen; mit kräftigerer Konstitution ist — bis auf wenige Ausnahmen — eine mehr vorgeschrittene Verknöcherung verknüpft gewesen.

Übersichtstabelle.

Mädchen.

Bild	Fall (Nr. in der Entwicklungsreihe)	Name	A = Alter in Jahren (Fig. 2)	L = Körperlänge (Fig. 1)	Körperlänge im Verhältnis zur Mittellänge (Fig. 1)	G = Körpergewicht	Brustumfang	$\frac{G}{L}$	$\frac{G}{L \times Br}$	A × L (Fig. 3)	A × L (Fig. 4)	A × G (Fig. 5)	A × L × G (Fig. 6)	$A \times \frac{G}{L}$ (Fig. 7)	$\frac{A \times G}{L \times Br}$ (Fig. 8)
1	1	Linnèa B.	8.58	124.0	— 0.2	23.0	59.5	185	312	11	106	20	24	16	27
2	2	Sonja T.	8.50	125.0	+ 1.2	23.7	60.0	190	316	11	106	20	25	16	27
3	3	Gerda I.	8.67	127.0	+ 2.5	22.7	56.0	179	319	11	110	20	25	16	28
4	4	Astrid K.	8.83	128.0	+ 2.8	26.3	61.5	205	334	11	113	23	30	18	29
5	5	Märta O.	9.50	127.5	— 0.5	24.7	60.5	194	320	12	121	23	30	18	30
6	6	Sigrid H.	9.08	128.6	+ 2.3	26.3	61.5	204	333	12	117	24	31	19	30
7	7	Elsa A.	9.25	127.1	+ 0.1	26.0	62.5	205	327	12	118	24	31	19	30
8	8	Ellen H.	9.75	126.5	— 3.0	27.0	63.5	213	336	12	123	26	33	21	33
9	9	Katy C.	10.33	136.5	+ 3.5	33.0	63.0	242	384	14	141	34	46	25	40
10	10	Karolina J.	10.17	136.0	+ 3.9	27.9	61.5	204	332	14	138	28	39	21	34
11	13	Rut B.	10.67	135.1	+ 0.1	29.1	60.5	215	356	14	144	31	42	23	38
12	14	Svea S.	10.58	137.0	+ 2.6	30.7	62.0	224	361	14	145	32	44	24	38
13	11	Aña N.	11.42	139.8	+ 0.5	29.4	62.0	210	339	16	160	34	48	24	39
14	12	Karin N.	11.75	140.2	— 0.4	28.4	60.0	203	338	16	165	33	47	24	40
15	15	Märta L.	11.75	141.9	+ 1.3	31.5	63.5	222	350	17	167	37	53	26	41
16	16	Greta E.	11.83	141.6	+ 0.6	32.5	64.0	229	359	17	168	38	54	27	42
17	17	Ingeborg U.	12.25	144.1	+ 1.5	33.5	67.0	232	347	18	177	41	58	28	43
18	18	Elsa L.	12.17	144.1	+ 1.8	34.8	67.5	241	358	17	175	42	61	29	44
19	19	Anna-Lisa O.	12.17	144.8	+ 2.5	31.6	65.0	218	336	18	176	38	55	27	41
20	20	Iris J.	12.00	143.0	+ 1.4	40.2	72.0	281	390	17	172	48	69	34	47
21	21	Märta K.	13.00	151.0	+ 4.0	41.2	76.0	273	359	20	196	54	81	35	47
22	22	Greta A.	13.00	151.0	+ 4.0	38.7	70.0	256	366	20	196	50	76	33	48
23	23	Anna-Lisa D.	13.92	154.5	+ 2.1	41.0	76.0	265	350	21	215	57	88	37	49
24	24	Lisa F.	13.25	149.2	+ 0.4	39.4	70.0	264	377	20	198	52	78	35	50
25	25	Sigrid H.	14.75	153.0	— 2.5	38.5	71.0	252	354	23	226	57	87	37	52
26	26	Ingeborg M.	14.17	153.0	— 0.5	44.0	73.0	288	394	22	217	62	95	41	56
27	27	Lilly S.	14.83	151.5	— 3.8	44.5	76.0	294	386	22	225	66	100	44	57
28	28	Stina V.	14.00	157.0	+ 4.3	51.0	76.5	325	425	22	220	71	112	46	59

Übersichtstabelle.

Knaben.

Bild	Fall (Nr. in der Entwicklungsreihe)	Name	A = Alter in Jahren (Fig. 2)	L = Körperlänge (Fig. 1)	Körperlänge im Verhältnis zur Mittellänge (Fig. 1)	G = Körpergewicht	Brustumfang	$\frac{G}{L}$	$\frac{G}{L \times Br}$	A × L (Fig. 3)	A × L (Fig. 4)	A × G (Fig. 5)	A × L × G (Fig. 6)	$A \times \frac{G}{L}$ (Fig. 7)	$\frac{A \times G}{L \times Br}$ (Fig. 8)
29	29	Harry H.	8.25	124.9	+ 3.2	24.4	61.0	195	320	10	103	20	25	16	26
30	30	Olof P.	8.17	126.8	+ 5.8	24.0	56.5	189	335	10	104	20	25	15	27
31	31	Gösta S.	8.58	124.0	— 0.3	25.7	62.5	207	332	11	106	22	27	18	28
32	32	Martin J.	8.67	125.7	+ 0.9	28.5	67.0	226	338	11	110	25	31	20	29
33	33	Gunnar E.	9.50	128.8	— 0.4	26.2	59.5	203	342	12	122	25	32	19	32
34	34	Torvald R.	9.08	128.5	+ 1.5	26.9	60.0	209	348	12	117	24	31	19	32
35	35	Helge R.	9.17	127.2	— 0.2	25.7	57.5	202	351	12	117	24	30	19	32
36	36	Harry L.	9.00	128.4	+ 1.9	26.8	62.0	209	337	12	116	24	31	19	30
37	37	Gösta H.	10.08	136.5	+ 3.9	30.0	67.0	220	328	14	138	30	41	22	33
38	38	Karl A.	10.17	137.5	+ 4.4	29.9	62.5	218	349	14	140	30	42	21	35
39	39	Gösta G.	10.25	136.0	+ 2.5	31.7	66.0	233	353	14	139	33	44	24	36
40	40	Ejnar B.	10.33	135.2	+ 1.2	29.6	61.0	219	359	14	140	31	41	23	37
41	42	Karl O.	11.42	136.5	— 1.4	30.0	64.0	220	344	16	156	34	47	25	39
42	43	Åke A.	11.42	137.1	— 0.8	32.2	65.0	235	361	16	157	37	50	27	41
43	44	Erik H.	11.42	140.2	+ 2.3	34.0	64.5	242	375	16	160	39	54	28	43
44	49	Sven A.	11.67	139.5	+ 0.7	33.7	67.5	242	358	16	163	39	55	28	42
45	45	Ivar S.	12.58	144.0	+ 1.7	34.0	69.0	236	342	18	181	43	62	30	43
46	46	Karl O.	12.67	140.7	— 1.9	33.0	69.0	235	340	18	178	42	59	30	43
47	47	Sven J.	12.00	142.3	+ 2.3	31.8	62.5	224	358	17	171	38	54	27	43
48	48	Ejnar F.	12.33	144.0	+ 2.7	32.7	63.5	227	358	18	178	40	58	28	44
49	41	Herman O.	13.17	145.7	+ 0.6	35.8	70.5	246	349	19	192	47	69	32	46
50	50	Erik N.	13.25	149.7	+ 4.2	34.3	64.5	229	355	20	198	46	68	30	47
51	51	Gustaf P.	13.17	149.7	+ 4.6	38.3	70.5	256	363	20	197	50	75	34	48
52	52	Georg S.	13.75	146.0	— 1.7	34.5	66.0	236	358	20	201	47	69	32	49
53	53	Martin G.	14.17	150.2	+ 0.5	37.1	71.0	247	348	21	213	53	79	35	49
54	54	Hugo N.	14.08	153.6	+ 4.3	38.9	68.0	253	372	22	216	55	84	36	52
55	55	Vilhelm S.	14.42	150.2	— 0.6	40.9	76.0	272	358	22	217	59	89	39	52
56	56	Karl Vict. J.	14.25	150.4	+ 0.3	39.5	72.0	263	365	21	214	56	85	37	52

Ossifikationstabelle.

Hand.

Autor	Dist. Ulnaepiphyse		Dist. Radiusepiphyse		Capitatum	Hamatum	Triquetrum	Lunatum	Naviculare	Multang. maj.	Multang. min.	Pisiforme	Metacarpalia		Phalangen		Sesambeine
	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes								Auftreten d. Knochenkerne	Vollst. Synost.	Auftreten d. Knochenkerne	Vollst. Synost.	Auftreten der Knochenkerne
Quain-Hoffmann[1])	4—5	20	2	20	1	1—2	3	5	8	5	8—9	12	3—8	20	3—6	20	—
Testut[1]) . . .	6—9	20—25	4—5	20—25	1—3	1—3	3	3	3	4—5	4—5	10—16	4—5	18—20	5—6	18—20	—
Rambaud und Renault[1])	6	22—24	5	24—26	3	3	3	3	3	4—5	4—5	(10)-15-16	2—3	19—20	3	18—19	—
Kölliker[1]) . .	6	19—20	5	19—20	1	1	3	5	6—7	5	7—8	12	2	n 18	3	n 18	—
Henle[1]) . . .	6	20	2	18—20	1	1	3	4—5	8—9	4—5	8—9	12—15	2—3	18—20	3—7	18—20	—
Gegenbauer[2]) .	—	—	—	—	1	2	3	4	5	8	6	12	—	—	—	—	—
Rauber-Kopsch	4—5	20	E 2	20	1	1—2	3	5	8	5	8—9	12	3—8	20	3—6	20	—
Behrendsen (—97)	8—9	17—20	3	17—20	$^{8}/_{12}$—$^{12}/_{12}$	$^{8}/_{12}$—$^{12}/_{12}$	4	5—7	5—7	5—7	5—7—(8)	11—12	3—4	17—20	2—3	17—20	12—13
v. Ranke (—98)	b 7	v 19	b 1 $^{10}/_{12}$	v 19	b $^{4}/_{12}$	b $^{5}/_{12}$	b 1 $^{10}/_{12}$	B 3—5	b 5 $^{3}/_{12}$	B 3—5	b 7	B 12	E 2	v 19	E2-3	v 19	b 16 $^{10}/_{12}$
v. Wyss (—99)	7—8	{♀ v 18, ♂ v 20}	b 2 $^{3}/_{12}$	{♀ v 18, ♂ v 20}	b 2 $^{3}/_{12}$	b 2 $^{3}/_{12}$	3—5	h 5	5—7	6—7	6—7	11—15	2—3	{♀15-17, ♂16-19}	2—5	{♀15-17, ♂16-19}	—
Wilms (—02) .	7	E 18	B—M 2	E 18	$^{4}/_{12}$—$^{5}/_{12}$	$^{4}/_{12}$—$^{5}/_{12}$	3	5	M 6	E 5, B 6	E 5, B 6	10	B 3	17, B 18	B 3	17, B 18	13—14
Wiesener (—08)	10	18—20	$^{15}/_{12}$	18—20	$^{4}/_{12}$—$^{5}/_{12}$	$^{4}/_{12}$—$^{5}/_{12}$	3	5	6	5	E 5, B 6	10	—	—	—	—	13—14
Köhler (—10) .	6—8	n 18	1—3	n 18	$^{4}/_{12}$	$^{5}/_{12}$	3	5	M 6	E 5, B 6	E 5, B 6	10	—	—	—	—	—
Fujinami (—11)	B 7	{16—17 ♀ früher als ♂}	B 2	{16—17 ♀ früher als ♂}	M $^{2}/_{12}$	M $^{2}/_{12}$	M 3	M 4	B 6	B 6	B 6	B 12	—	—	—	—	—
„ Grenzwerte	B 6—M 8	—	$^{8}/_{12}$—B 3	—	E 1/12-M 6/12	E 1/12-M 6/12	B 2—M 4	M 3—B 6	B 5—E 7	M 5—B 7	M 5—B 7	E 9—E 12	—	—	—	—	—

Die Zahlen bezeichnen im allgemeinen die Ordnungszahl des Lebensjahres (z. B. 3 = während des dritten Jahres). B, M und E bezeichnen bzw. Beginn, Mitte und Ende eines Jahres (B 3 — M 5 = vom Beginn des dritten bis zur Mitte des fünften Jahres); n und v bezeichnen nach bzw. vor einem bestimmten Jahr (v 16 = vor dem sechzehnten Jahr, beispielsweise während des fünfzehnten Jahres). Nur nach b und m bezeichnen die Zahlen das Alter in Jahren und Monaten. b und m bedeuten bei bzw. mit (b 2 $^{3}/_{12}$ bedeutet bei einem Kinde in einem Alter von 2 Jahren und 3 Monaten; m 3 $^{7}/_{12}$ = mit einem Alter von 3 Jahren und 7 Monaten). Pub. = Pubertät, a. p. = ante partum, p = bei der Geburt, föt. = fötale, pf. = postfötale Lebensperiode. Die römischen Ziffern bezeichnen die Reihenfolge.

[1]) Zitiert nach v. Wyss. [2]) Zitiert nach Wilms.

Ossifikations-

Fuß.

Autor	Dist. Tibiaepiphyse		Dist. Fibulaepiphyse		Talus und Calcaneus	Tuber calc.		Naviculare	Cuneiformia		
	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	int.	med.	ext.
									Auftreten des Knochenkernes		
Quain-Hoffmann[1])	2	18—19	2	n 20	a. p.	10	15—16	4—5	3	4	1
Testut[1]). . .	M 2	16—18	2	18—19	a. p.	7—10	16—20	4—5	1	4—5	4—5
Rambaud und Renault[1])	M 2	18	2—3	20—22	a. p.	10	n 16	5 (2 Kerne)	p.	4	4
Kölliker[1]) . .	2	—	3	—	a. p.	6—10	n Pub.	1	1	3	4
Henle[1]) . . .	1—2	18—25	2	18—25	a. p.	10	Pub.	4	3	4	1
Rauber-Kopsch	2	18—19	2	20 und n	$^6/_{12}$—$^7/_{12}$	10	15—16	4—5	3	4	1
v. Wyss (—99)	b 2 $^1/_2$	v 19	b 2 $^1/_2$	18	a. p	7—8	v 23	b 5	b 2 $^1/_2$	b 5	b 5
Bade (—99) .	B 2	19	B—E 2	19	a. p.	6—10	9—19	3—4	B—E 2	B—M 3	b $^6/_{12}$
Hahn (—99) .	E 1	♀ 17-20 ♂ 17-24	4—5	♀ 17-20 ♂ 17-24	—	—	—	—	—	—	—
Sick (—02). .	B—M 2	—	B—M 2	—	a. p.	8	18—19	3—5	nach Cuneif. ext.		2
Wiesener (—08)	M 2	—	B—M 2	—	a. p.	8	18	3	nach Cuneif. ext.		E 1
Köhler (—.10) .	—	—	—	—	a. p.	—	—	M 4	—	—	$^6/_{12}$
Hasselwander (—03, —09)	—	—	—	—	a. p.	♀ m 7—8 ♂ m 9—10	♀ m 13-17 ♂ m 17-21	m 3 $^1/_2$	m 3	m 3	m $^5/_{12}$—$^6/_{12}$
„ untere Grenzwerte	—	—	—	—	m $^4/_{12}$ föt.	—	—	m 1 $^8/_{12}$	m 1 $^8/_{12}$	m 2 $^4/_{12}$	m $^2/_{12}$
„ obere Grenzwerte	—	—	—	—	m 1 pf.	—	—	m 4	m 3 $^2/_{12}$	m 3 $^2/_{12}$	m 2

[1]) Zitiert nach v. Wyss.

tabelle.

Cuboideum	Metatarsalia I—V		Phalangen Grund- I—V		Mittel- I-V		End-			Sesambeine
Auftreten des Knochenkernes	Auftreten der Knochenkerne	Vollst. Synost.	Auftreten der Knochenkerne	Vollst. Synost.	Auftreten der Knochenkerne	Vollst. Synost.	Auftreten der Knochenkerne I	Auftreten der Knochenkerne II—IV (V)	Vollst. Synost.	Auftreten der Knochenkerne
p	3—8	19—20	8—10	19—21	—	—	—	—	—	—
1	2—4	16—18	3—4	15—16	3—4	16—18	—	—	—	—
p.	2—6	16—19	6	16—22	—	—	—	—	—	—
a. p.	2	n Pub.	3	n Pub.	—	—	—	—	—	—
a. p.	2—3	18—20	3—7	18	—	—	—	—	—	—
p.	3—8	19—20	8—10	19—21	—	—	—	—	—	—
b 2 $^{1}/_{2}$	b 6	v 21	—	v 21	—	—	—	—	—	—
p.	3—4	19	B—M 3	19	—	—	—	—	—	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
B 1	E 4, B 5	Pub.	3 - 4	—	—	—	—	—	—	—
B 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14
a. p.	E 3—5	—	E 3—5	—	—	—	—	—	—	—
a. p.	m 3	♀ m 14—19 ♂ m 17—21	m 2 $^{1}/_{2}$—3	♀ m 14—18 ♂ m 16—21	m 2 $^{1}/_{2}$—3	♀ m 13—16 ♂ m 15—19	m 2	m 4—4 1/2	♀ m 12—15 ♂ m 15—17	♀ m 10 ♂ m 12
m $^{9}/_{12}$ föt.	m 2 $^{4}/_{12}$	—	m 1 $^{5}/_{12}$	—	m $^{7}/_{12}$ föt.	—	m $^{3}/_{12}$	m 3 $^{1}/_{2}$	—	—
m $^{6}/_{12}$ pf.	m 5	—	m 3	—	m 4 $^{9}/_{12}$	—	m 3	m 7 $^{4}/_{12}$	—	—

Ossifikationstabelle.

Ellenbogen.

Autor	Cap. hum.		Trochlea		Epicond. med.		Epicond. lat.		Capitul. rad.		Olecranon	
	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.	Auftreten des Knochenkernes	Vollst. Synost.
Quain-Hoffmann[1] .	3	16—17	11—12	16—17	5	18	13—14	16—17	5	17—18	10	17
Testut[1])	2	16—18	12	16—18	5	17—20	12	16—18	5—6	16—20	14—18	16—20
Rambaud u. Renault[1])	3	20	14—17	20	12	—	14—17	—	6	24—25	14—18	20
Kölliker[1])	1	16—20	12	16—20	5—10	16—20	5—10	—	5—7	16—17	{11 und 14 (2 Kerne)}	16—17
Henle[1])	2	16—18	12	16—18	5	16—18	13—14	16—18	5	—	6	15—16
Gegenbauer[2]) . . .	I	18	III	18	II	18	IV	18	5	—	8	—
Rauber-Kopsch . .	3	16—17	11—12	16-17	5	18	13—14	16—17	5	17—18	10	17
v. Wyss (—99) . .	b 4	v 16	b 13	v 16	b 8	v 18	b 14	v 18	5—7	{♀ v 16 ♂ v 18}	9—11	{♀ v 16 ♂ v 18}
Jedlička (—00) . .	3—4	—	11	—	6—9	—	8	—	5—6	—	10—12	—
Wilms (—02) . . .	M 3	19—20	11	19—20	8—9	19—20	11	19—20	(4—) 6—7 (—9)	19—20	9—10	17—19
Wiesener (—08) . .	m $2^1/_2$	20	m 10—13	20	m 8—9	m 16—20	m 10—13	20	m 6—7	—	m 9—10	—
Destot, Vignard[2]) und Barlatier (—09)	3	—	12—13	—	E 4	—	10	—	—	—	—	—
Köhler (—10) . . .	1—3	—	11	—	6—9	—	8—10	—	5—6	—	10	{16—17 früher bei ♀ als bei ♂}
Wendt (—10) . . .	1	v 19	(9—) 10	v 19	7—8	19	12 (—14)	16—19	—	—	—	—

[1]) Zit. nach v. Wyss. [2]) Zit. nach Wendt.

Literaturverzeichnis.

Arbeiten, die dem Verf. nicht im Original zugänglich waren, sind mit * bezeichnet.

*Alexander: Die Entwickelung des menschlichen Handskeletts. Archiv für physikal. Medizin und medizin. Technik, 1906, Bd. I, S. 108. Zit. nach Fujinami.

Bade, Peter: Die Ossifikation des menschlichen Fußskeletts nach Röntgenogrammen. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. III, 1899-1900.

Behrendsen: Studien über die Ossifikation der menschlichen Hand vermittels des Röntgenschen Verfahrens. Deutsche medizin. Wochenschrift, 1897, Nr. 27, S. 433.

Berger, Cl.: Über Knochenwachstumsstörungen. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. XI, 1907.

Biedl, A.: Innere Sekretion, 2. Aufl. Berlin und Wien, 1913.

Bircher, E.: Die Entwicklung und der Bau des Kretinenskeletts im Röntgenogramme. Archiv und Atlas der normalen und pathologischen Anatomie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Ergänzungsband 21, 1909.

Bircher, E.: Zur Wirkung der Thyreoidintabletten auf das normale Knochenwachstum. Archiv für klinische Chirurgie 91. 1910, S. 554.

Bornhardt, A.: Die Körperwägungen der Einberufenen als Mittel zur Bestimmung der Tauglichkeit zum Militärdienst. St. Petersburger medizinische Wochenschr., 1886, Nr. 12 und 21.

Bornhardt, A.: Über die Bezeichnung der Körperbeschaffenheit durch Ziffern. St. Petersburger medizinische Wochenschr., 1888, Nr. 48.

*Cerletti: Effets des injections de suc d'hypophyse sur l'accroissement somatique. Arch. it. de biologie. Turin, 1907, XLVII, 1, S. 123. Zit. nach Biedl.

Daffner, Franz: Das Wachstum des Menschen. Leipzig, 1897.

*Destot, Vignard, Barlatier: Les fractures du coude chez l'enfant. Paris, 1909. Zit. nach Wendt.

*Erdheim, J.: Über den Kalkgehalt des wachsenden Knochens und des Callus nach der Epithelkörperchenexstirpation. Frankf. Z. f. Path., 7, 1911, S. 175. Zit. nach Biedl.

Forssberg, Edv.: Om växlingar i kroppslängden hos kavallerirekryter. Tidskrift i militär hälsovård XXIV. Stockholm, 1899.

Forssberg, Edv.: Växlingar i människokroppens längd. Hygiea Stockholm, 1903.

Fuchs: Vier Fälle von Myxödem. Archiv für Kinderheilkunde, XLI, 1905, S. 60.

Fujinami, Kolchi: Über die Ossifikation der Handwurzelknochen. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. XVII, 1911.

Hahn, Hermann: Röntgographische Untersuchungen über das Verhalten der Epiphysen der Unterschenkelknochen während des Wachstums. Festschrift zum 70. Geburtstag von Carl von Kupffer, S. 731, Jena 1899.

Hasselwander, A.: Untersuchungen über die Ossifikation des menschlichen Fußskeletts. Zeitschr. f. Morphologie und Anthropologie, Bd. V, 1903.

Hasselwander, A.: Über die Ossifikation des Fußskeletts (vorläufige Mitteilung). Anatom. Anzeiger, Bd. XXXII, 1908.

Hasselwander, A.: Untersuchungen über die Ossifikation des menschlichen Fußskeletts. II. Der Abschluß der Verknöcherungsvorgänge. Zeitschr. f. Morphologie und Anthropologie, Bd. XII, Heft 1, 1909.

Hasselwander, A.: Bemerkungen zu der Arbeit von I. Holmgren: Über den Einfluß der Basedowschen Krankheit und verwandter Zustände auf das Längenwachstum nebst einigen Gesetzen der Ossifikation. Anatom. Anzeiger, Bd. 37, 1910.

Hertoghe, E.: Die Rolle der Schilddrüse bei Stillstand und Hemmung des Wachstums und der Entwicklung und der chronische gutartige Hypothyreoidismus. Bearb. und ins Deutsche übertragen von Dr. J. H. Spiegelberg. Verlag Lehmann, München, 1900.

Hofmeister: Experimentelle Untersuchungen über die Folgen des Schilddrüsenverlustes. Beitrag zur klinischen Chirurgie, 11, 1894.

Hofmeister: Über Störungen des Knochenwachstums bei Cretinismus. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. I, 1897.

Holmgren, I.: Inflytandet af struma, särskildt Basedowstruma, under pubertetsåldern på längdtillväxt och förbeningsprocesser. Preliminärt meddelande. Hygiea, Stockholm, 1906.

Holmgren, I.: Über Verknöcherung und Längenwachstum bei Morbus Basedowii. Fortschr. der Medizin, 1906, Nr. 5.

Holmgren, I.: Über den Einfluß der Basedowschen Krankheit und verwandter Zustände auf das Längenwachstum nebst einigen Gesetzen der Ossifikation, Leipzig 1909 und — mit Nachschrift zu Kap. VIII — Nord. Med. Ark. 1910, Afd. II, Nr. 1, S. 181.

Holmgren, I.: Om längdtillväxten vid hyperthyreos. Allm. Svenska Läkartidn. Nr. 7, Stockholm, 1910.

Holmgren, I.: Über das Längenwachstum bei Hyperthyreoisis. Medizin. Klin. Nr. 24, 1910.

***Iselin:** Wachstumshemmung infolge von Parathyreoidektomie bei Ratten. Zeitschrift für Chirurgie, 93, 1908, S. 494. Zit. nach Biedl.

Jedlička, R., Kratzenstein, G. u. Scheffer, W.: Die topographische Anatomie der oberen Extremität. Archiv und Atlas der normalen und pathologischen Anatomie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Ergänzungsband 4, 1900.

Josefson, Arnold: Dentition, hårutveckling och inre sekretion. Hygiea, 1914, Stockholm.

Josefson, Arnold: Om endokrina skelett- och utvecklingsrubbningar. Svenska Läkaresällskapets handlingar. Stockholm, 1915.

Key, Axel: Redogörelse för den hygieniska undersökningen, Läroverkskommitténs underdåniga utlåtande och förslag angående organisationen av rikets allmänna läroverk och därmed sammanhängande frågor, Bilaga E, avd. 1 och 2. Stockholm, 1885.

Key, A.: Om pubertetsutvecklingen och dess förhållande till sjukligheten hos skolungdomen. Nord. Med. Arkiv, Bd. XXIII, Nr. 1, Stockholm 1891 u. Verhandl. des X. internationalen medizin. Kongr., Bd. 1, Berlin, 1891.

Köhler, A.: Lexikon der Grenzen des Normalen als der Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde. Hamburg, 1910.

Langhans: Anatom. Beiträge zur Kenntnis der Cretinen. Virchows Archiv, Bd. 149, 1897.

Machado: L'état actuel de la roentgenologie dans l'étude du myxoedème. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. IX.

Malling-Hansen, R.: Perioden im Gewicht der Kinder und der Sonnenwärme. Kopenhagen, 1886.

***Poncet:** Influence de la castration sur le dévelop. du squelette. Congr. Ass. franc., Havre 1877. Zit. nach Biedl.

***Rambaud, A., et Renault, Ch.:** Origine et développement des os. Paris, 1864. Zit. nach v. Wyss.

v. Ranke, H.: Die Ossifikation der Hand unter Röntgenbeleuchtung. Münch. med. Wochenschrift, 1898, Nr. 43, S. 1365.

Rauber-Kopsch: Lehrbuch der Anatomie, VII. Auflage.

***Sandri, O:** Contribution à l'anatomie et à la physiologie de l'hypophyse. Arch. it. de biologie, Turin, 1909. LI, S. 337. Zit. nach Biedl.

***Schmid-Monnard:** Über den Einfluß der Jahreszeit und der Schule auf das Wachstum der Kinder. Jahrbuch für Kinderheilkunde und physiolog. Erziehung, 40. Bd. 1895. Zit. nach Vierordt.

Sellheim: Kastration und Knochenwachstum. Hegars Beiträge zur Geburtshilfe und Gynäkologie, II, 1899.

Springer et Serbanesco: Recherches sur les causes des troubles de la croissançe à l'aide des rayons de Röntgen. Comptes rendus hebdom. des séances de l'Académie des sciences 1897, Nr. 20.

Tandler, J., u. Groß, S.: Einfluß der Kastration auf den Organismus. Wiener klin. Wochenschrift, 1907.

Vierordt, Hermann: Anatomische, physiologische und physikalische Daten und Tabellen. Jena, 1906.

Wendt, E.: Die Verletzungen des Ellenbogengelenks im Röntgenogramm. Archiv u. Atlas der normalen und pathologischen Anatomie. Fortschr. a d. Geb. d. Röntgenstr. Ergänzungsband 23, 1910.

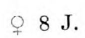
Wiesener, B.: Schematische Darstellung der Extremitäten-Gelenke unter Berücksichtigung ihrer Entwicklung. Röntgen-Kalender von Prof. E. Sommer, Leipzig, 1908.

Wilms u. Sick: Die Entwicklung der Knochen der Extremitäten. Archiv und Atlas der normalen und pathologischen Anatomie. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. Ergänzungsbd. 9, 1902.

v. Wyss, Robert: Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung des Skeletts von Kretinen und Kretinoiden. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr., Bd. III, 1899—1900.

Druck von Hesse & Becker in Leipzig.

Tafel I.



♀ 8 J.



Bild 1.



Bild 2.

Åkerlund, Entwicklungsreihen.

♀ 8 J.

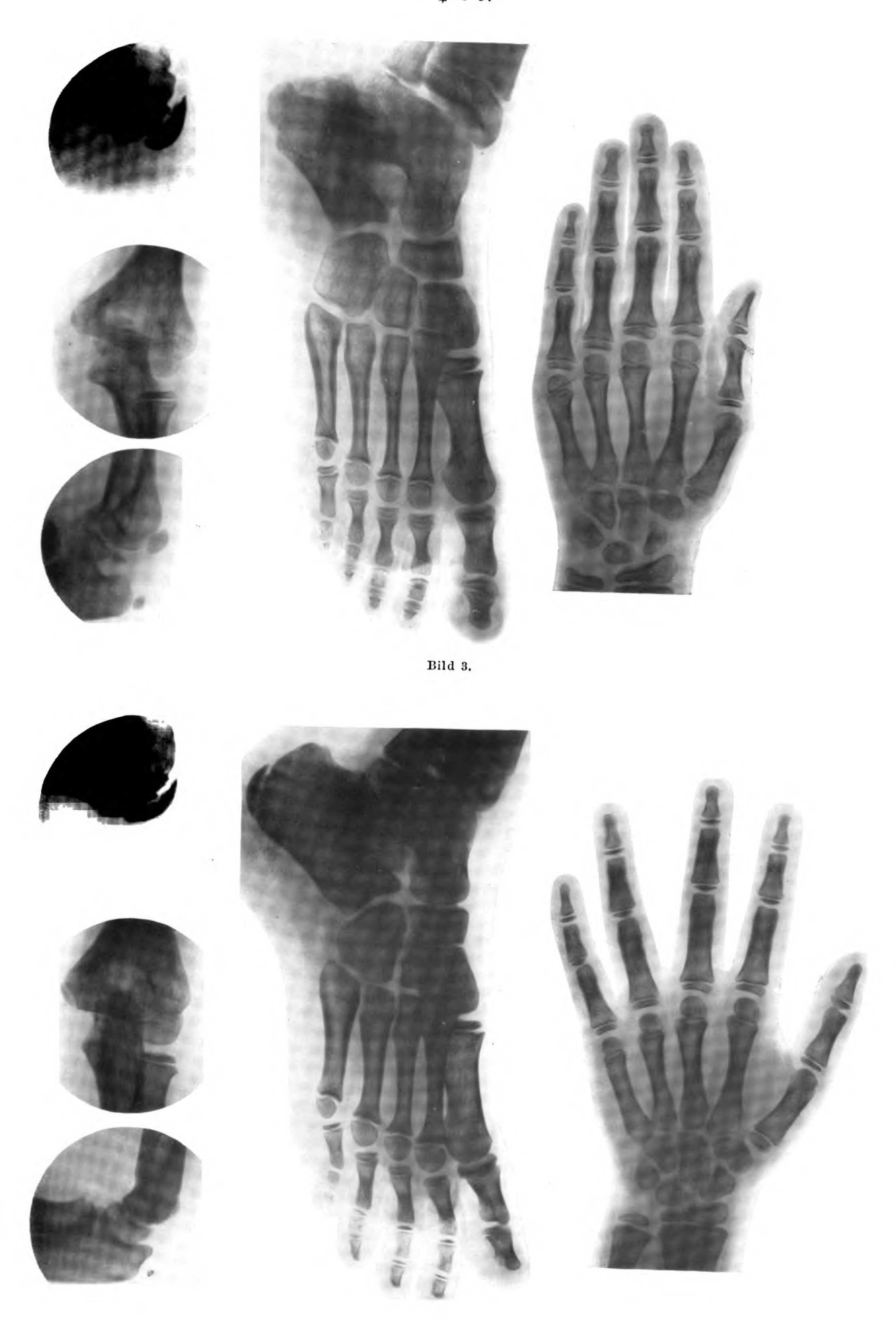


Bild 3.

Bild 4.

♀ 9 J.

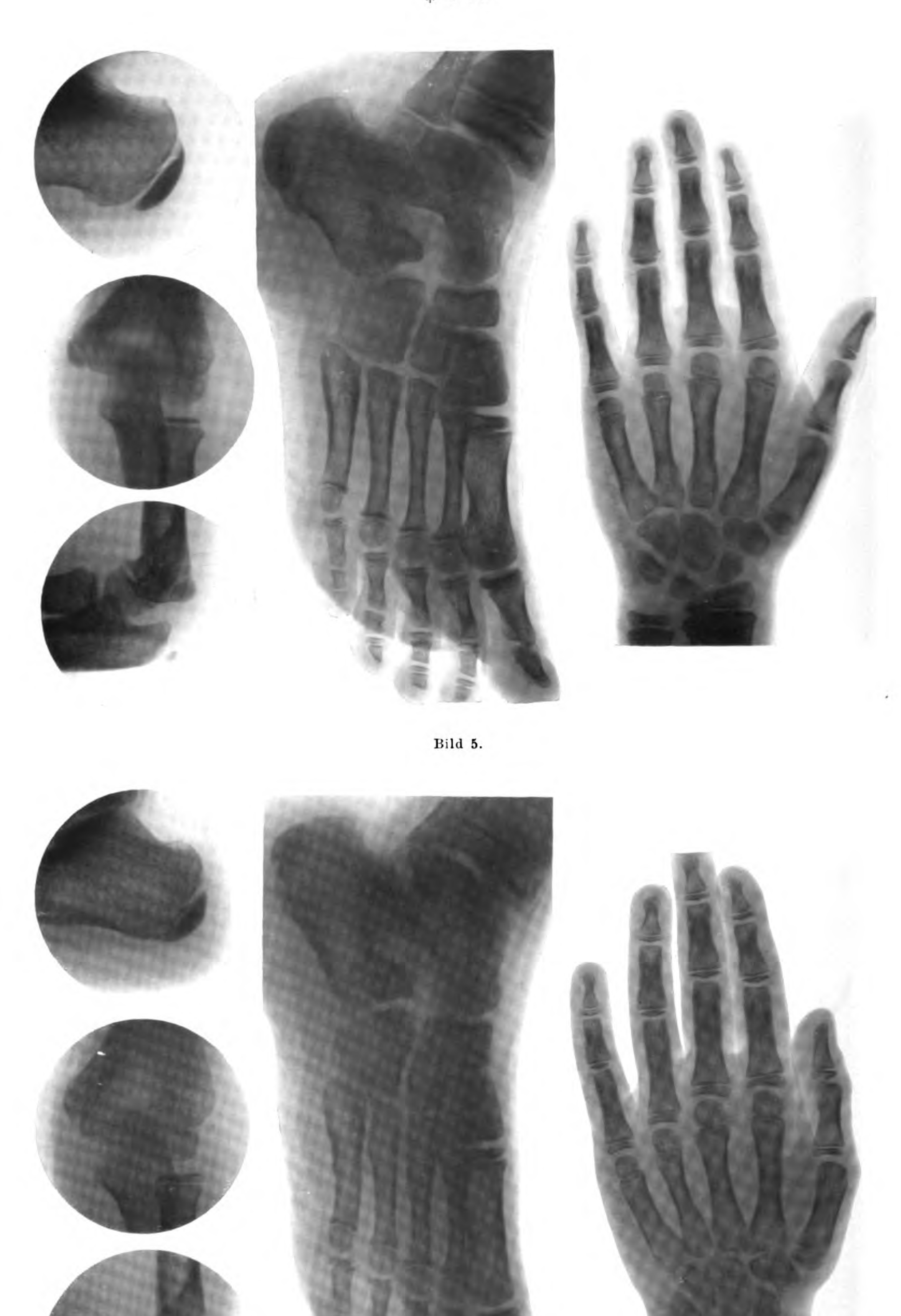


Bild 5.

Bild 6.

♀ 9 J.



Bild 7.



Bild 8.

♀ 10 J.

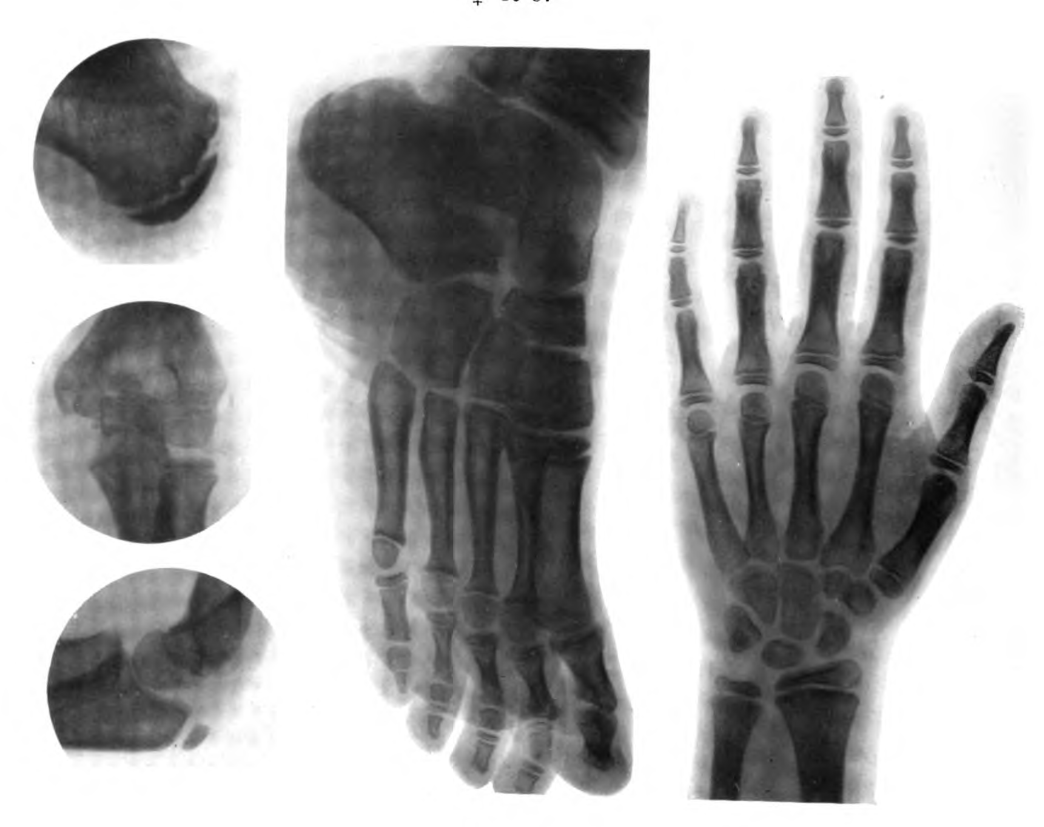


Bild 9.



Bild 10.

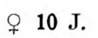


Bild 11.

Bild 12.

♀ 11 J.

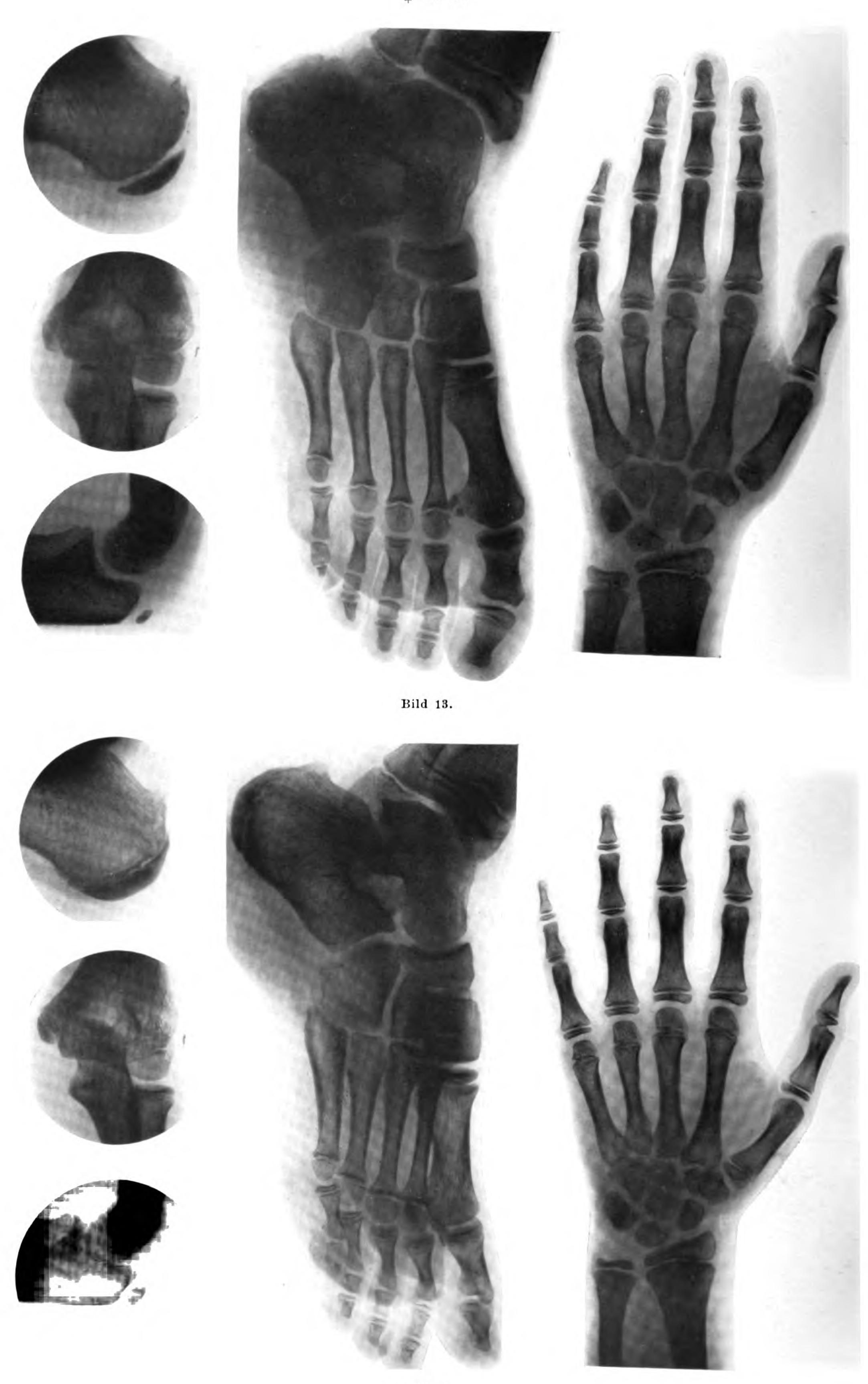


Bild 13.

Bild 14.

♀ 11 J.

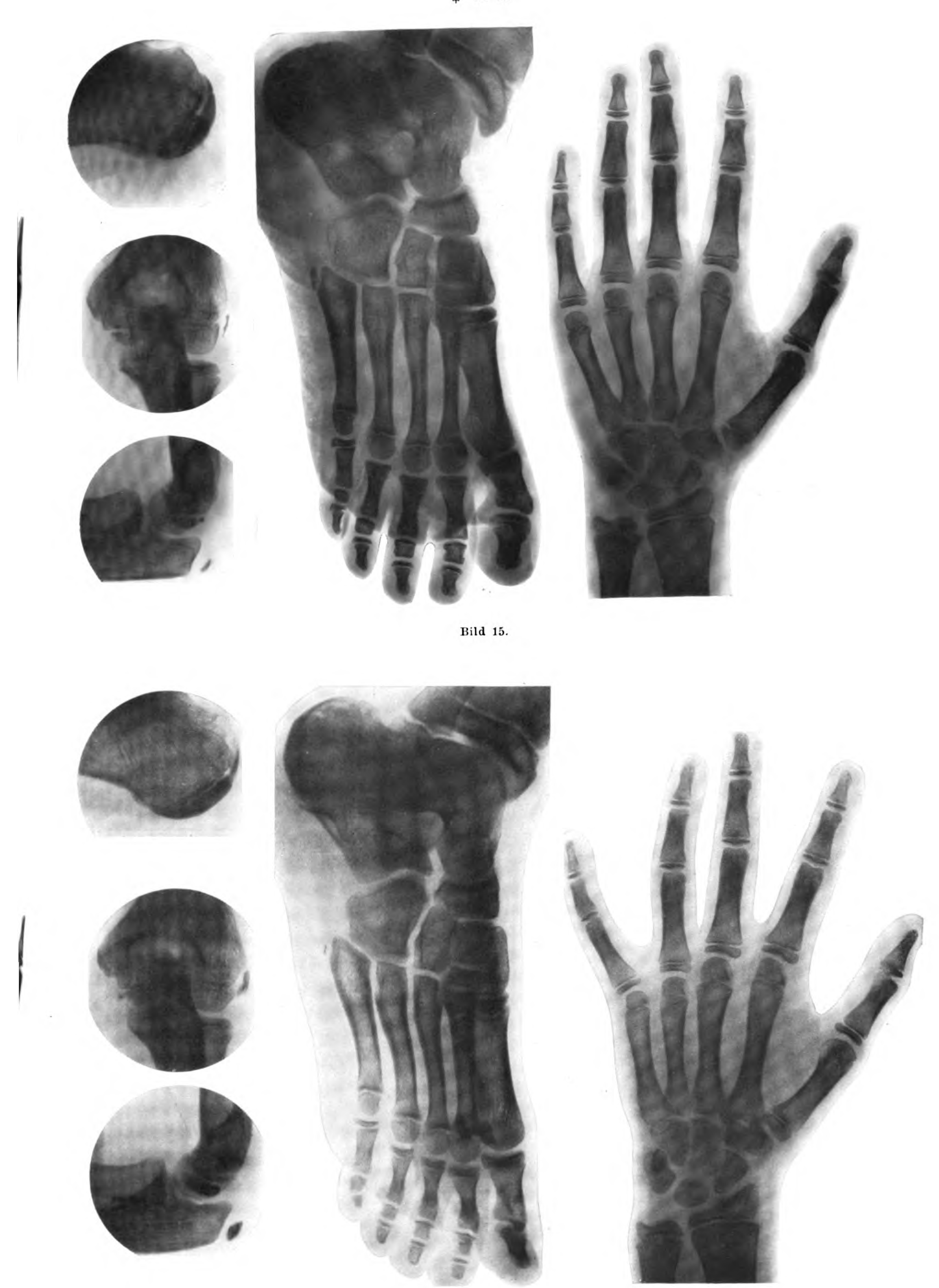


Bild 15.

Bild 16.

Tafel IX.

♀ 12 J.

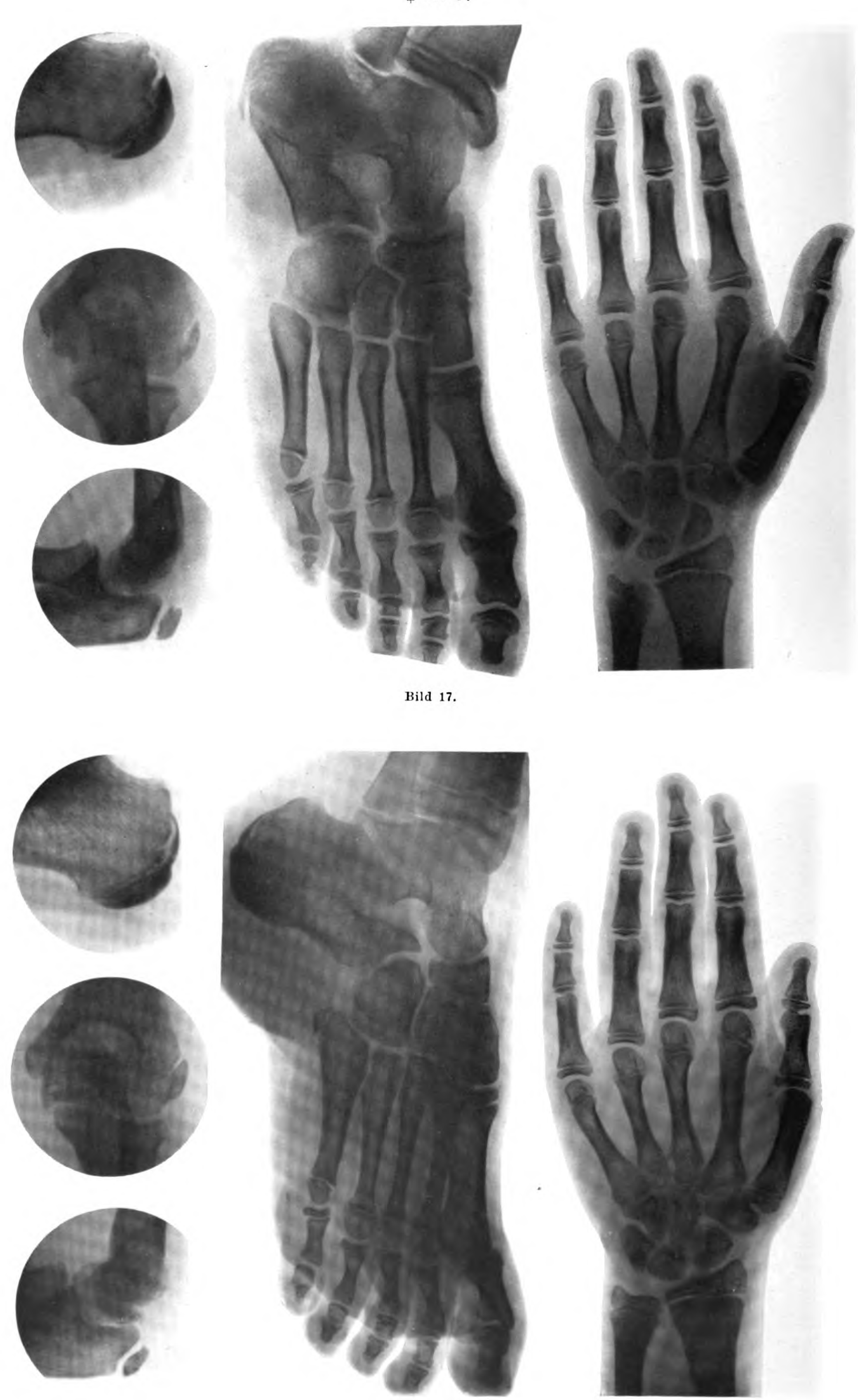


Bild 17.

Bild 18.

♀ 12 J.



Bild 19.



Bild 20.

♀ 13 J.



Bild 21.



Bild 22.

♀ 13 J.

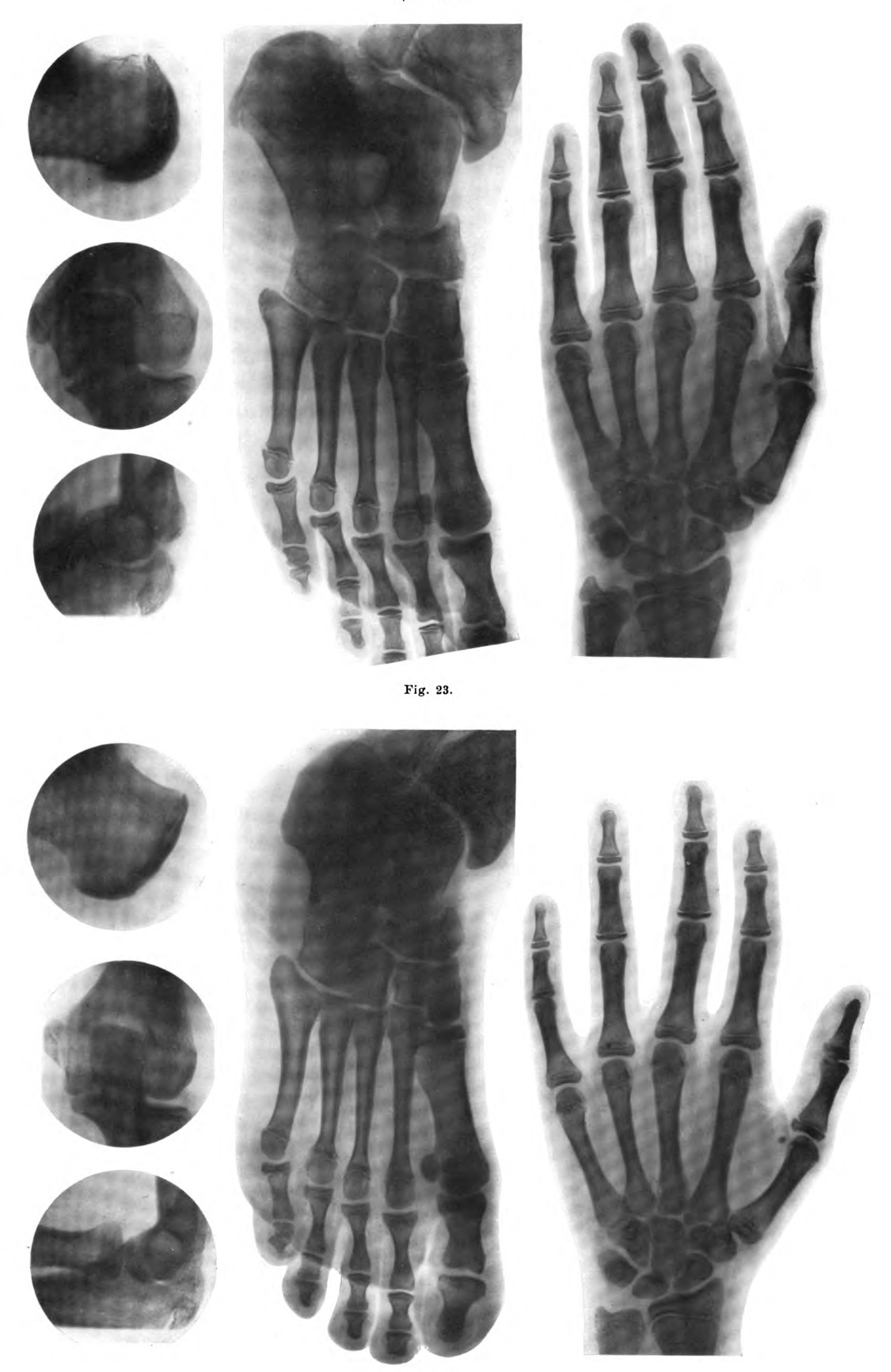


Fig. 23.

Bild 24.

♀ 14 J.

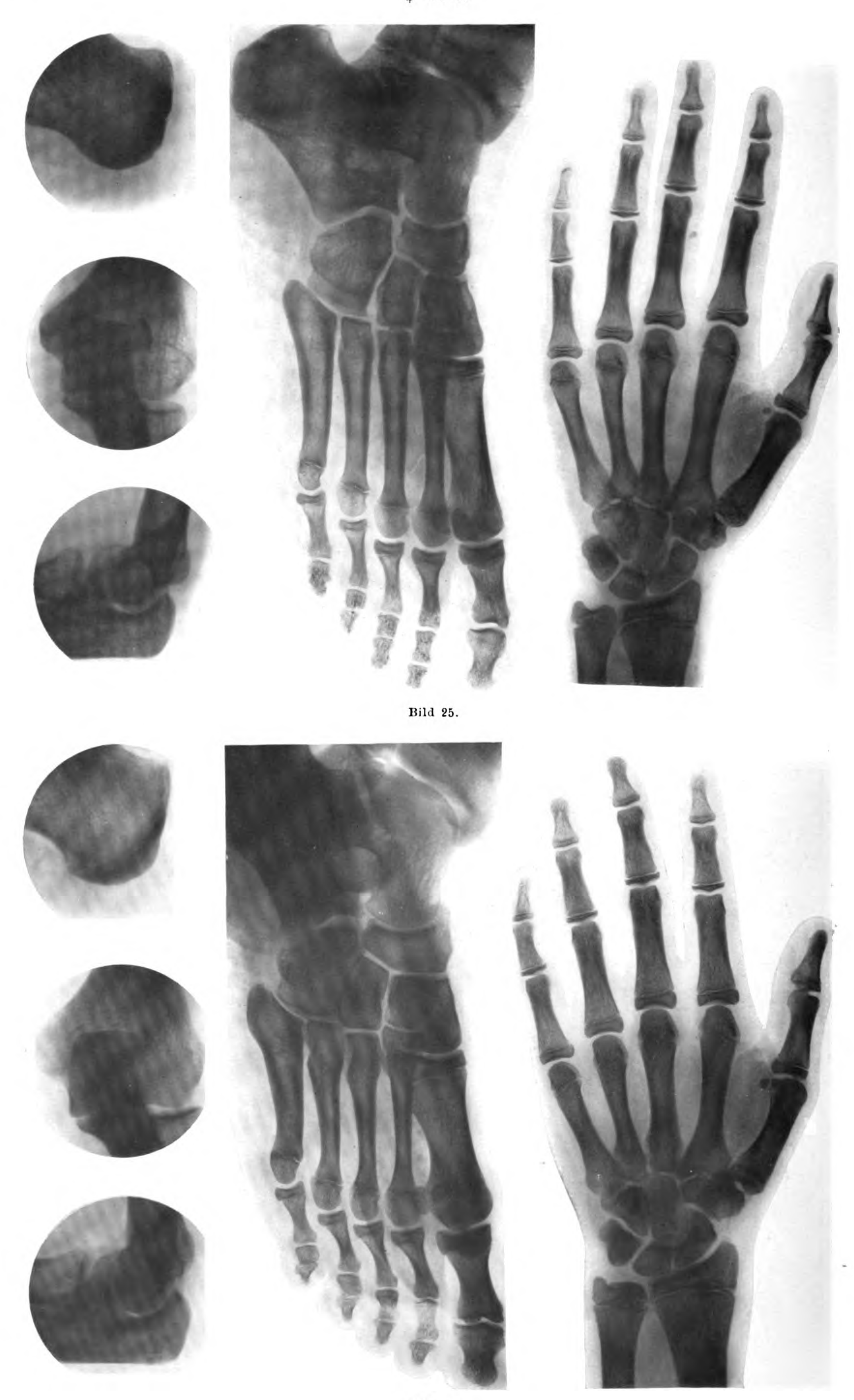


Bild 25.

Bild 26.

♀ 14 J.

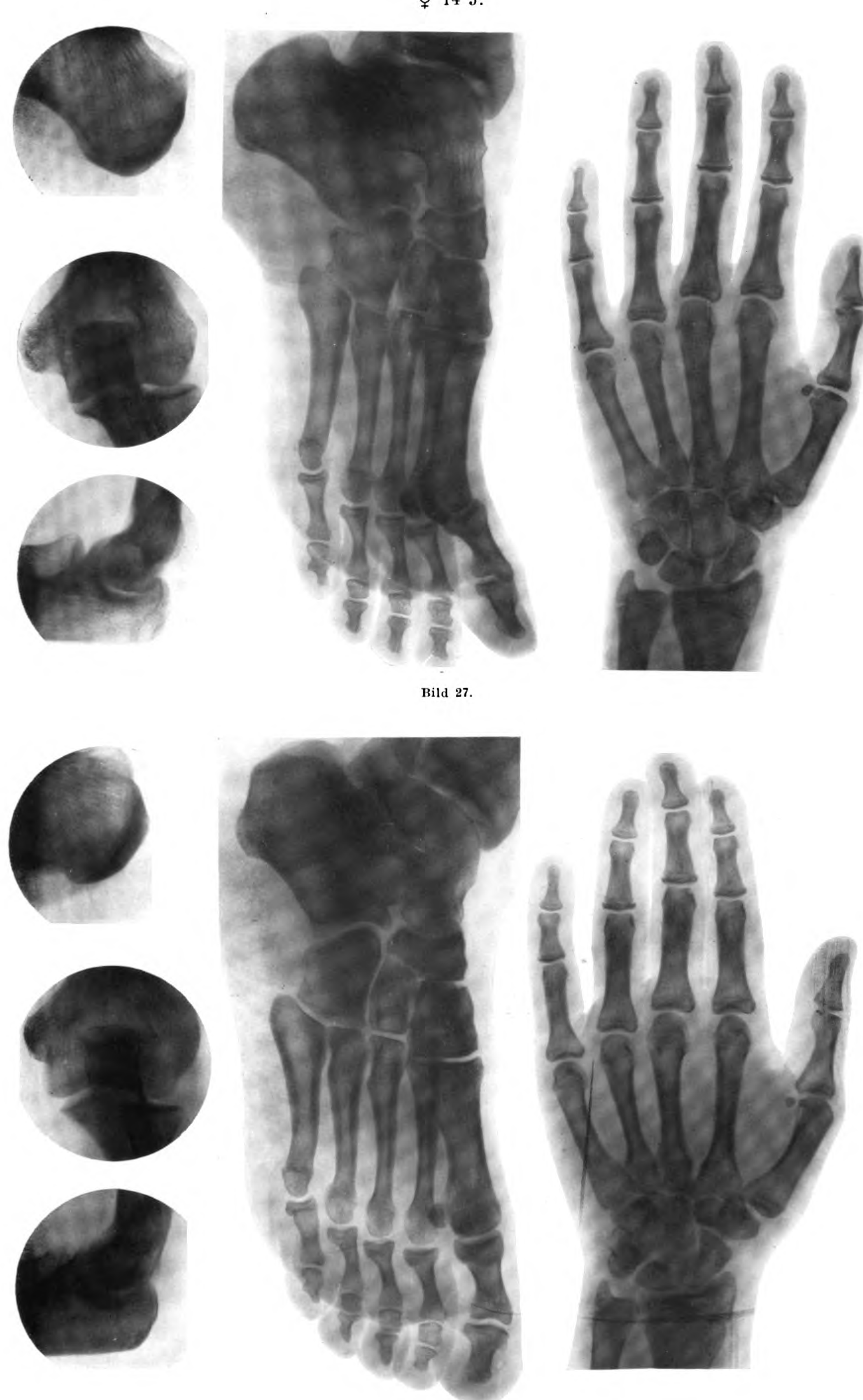


Bild 27.

Bild 28.

♂ 8 J.



Bild 29.

Bild 30.

♂ 8 J.

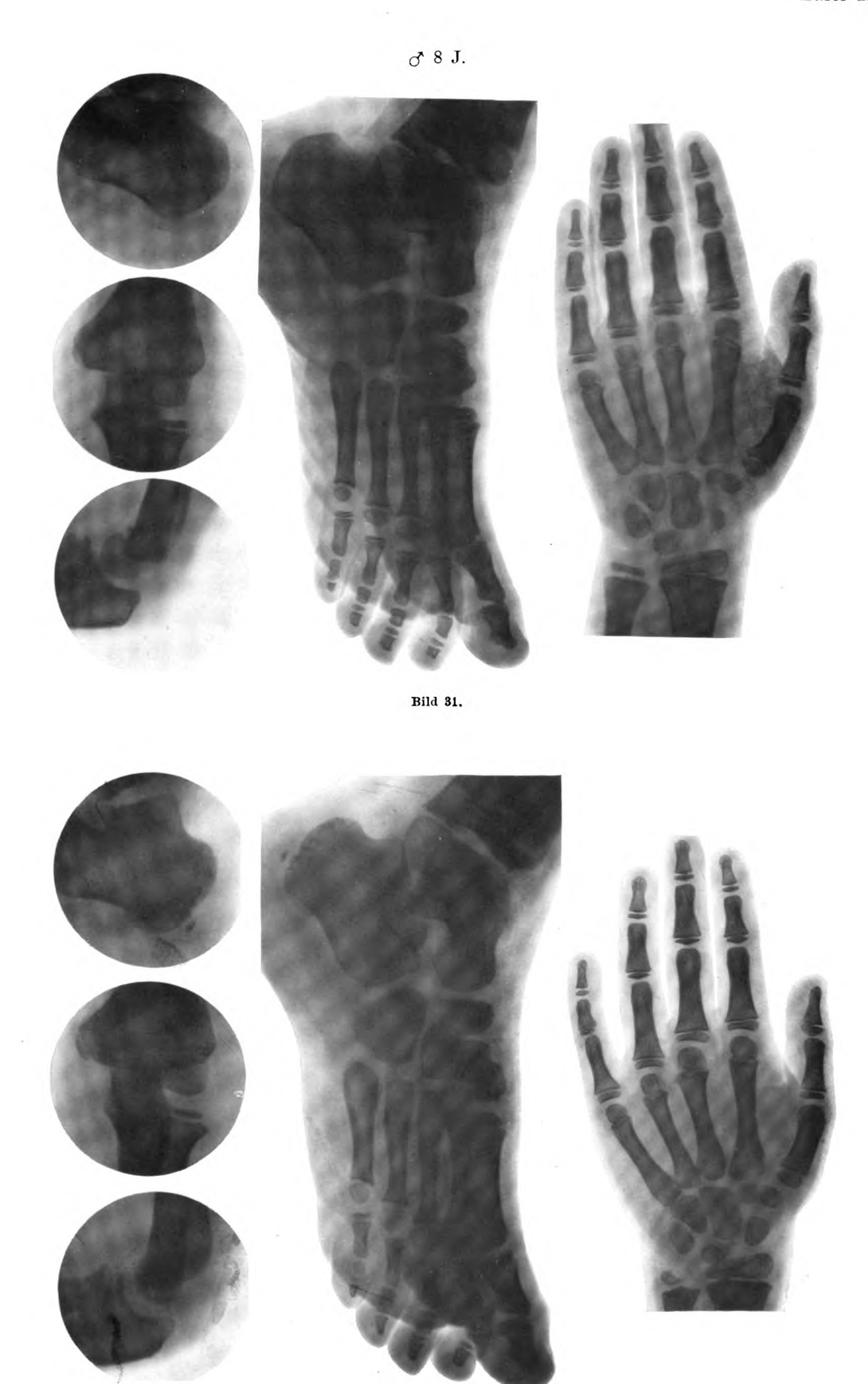


Bild 31.

Bild 32.

Tafel XVII.

♂ 9 J.

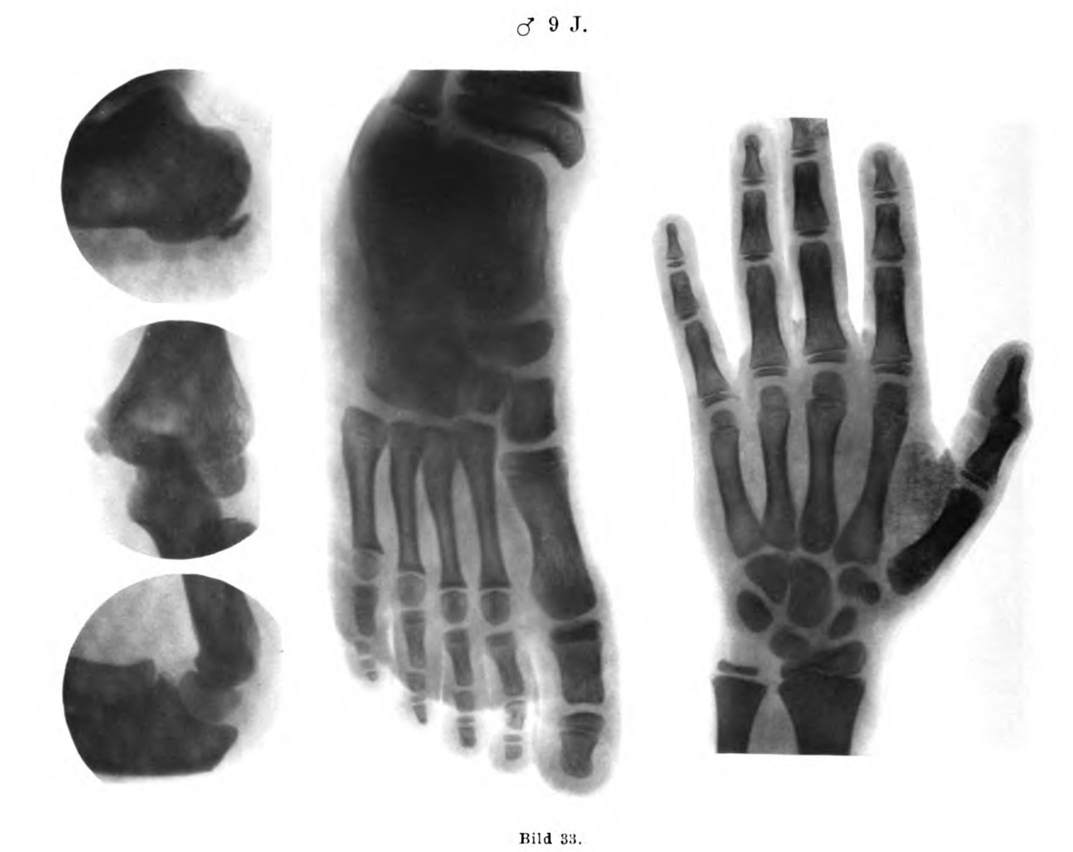


Bild 33.

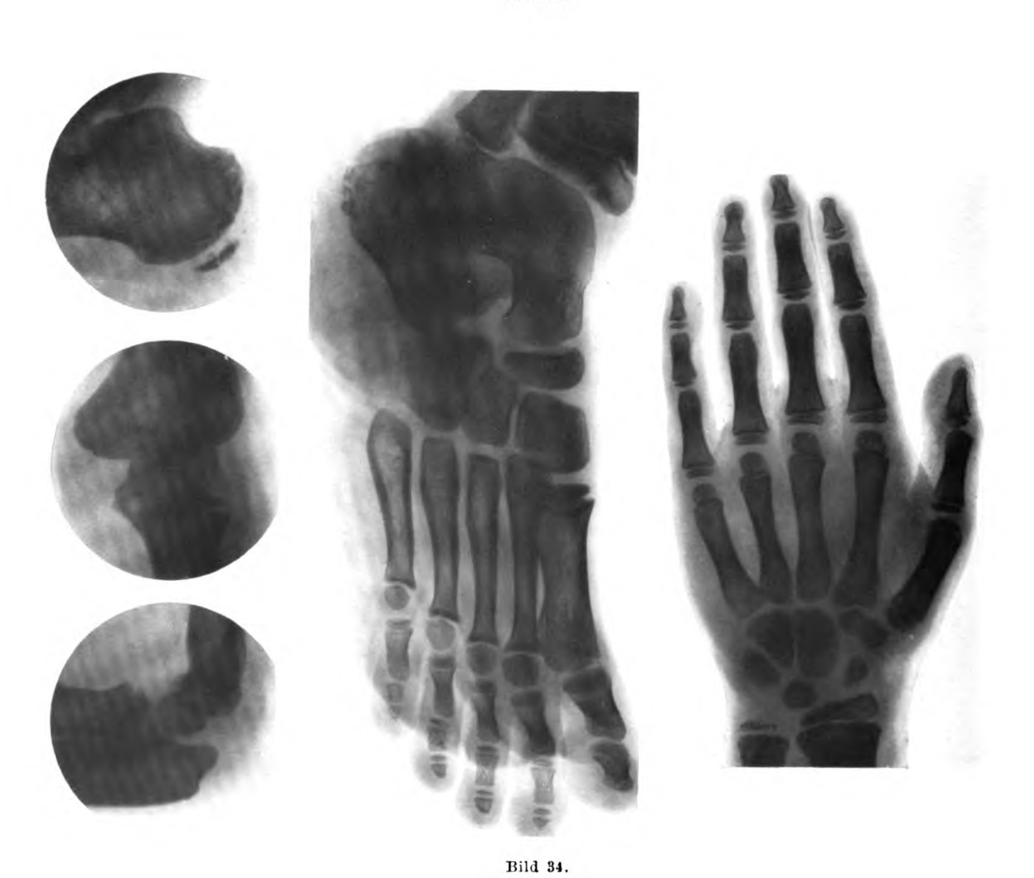


Bild 34.

Åkerlund, Entwicklungsreihen.

♂ 9 J.



Bild 35.



Bild 36.

♂ 10 J.

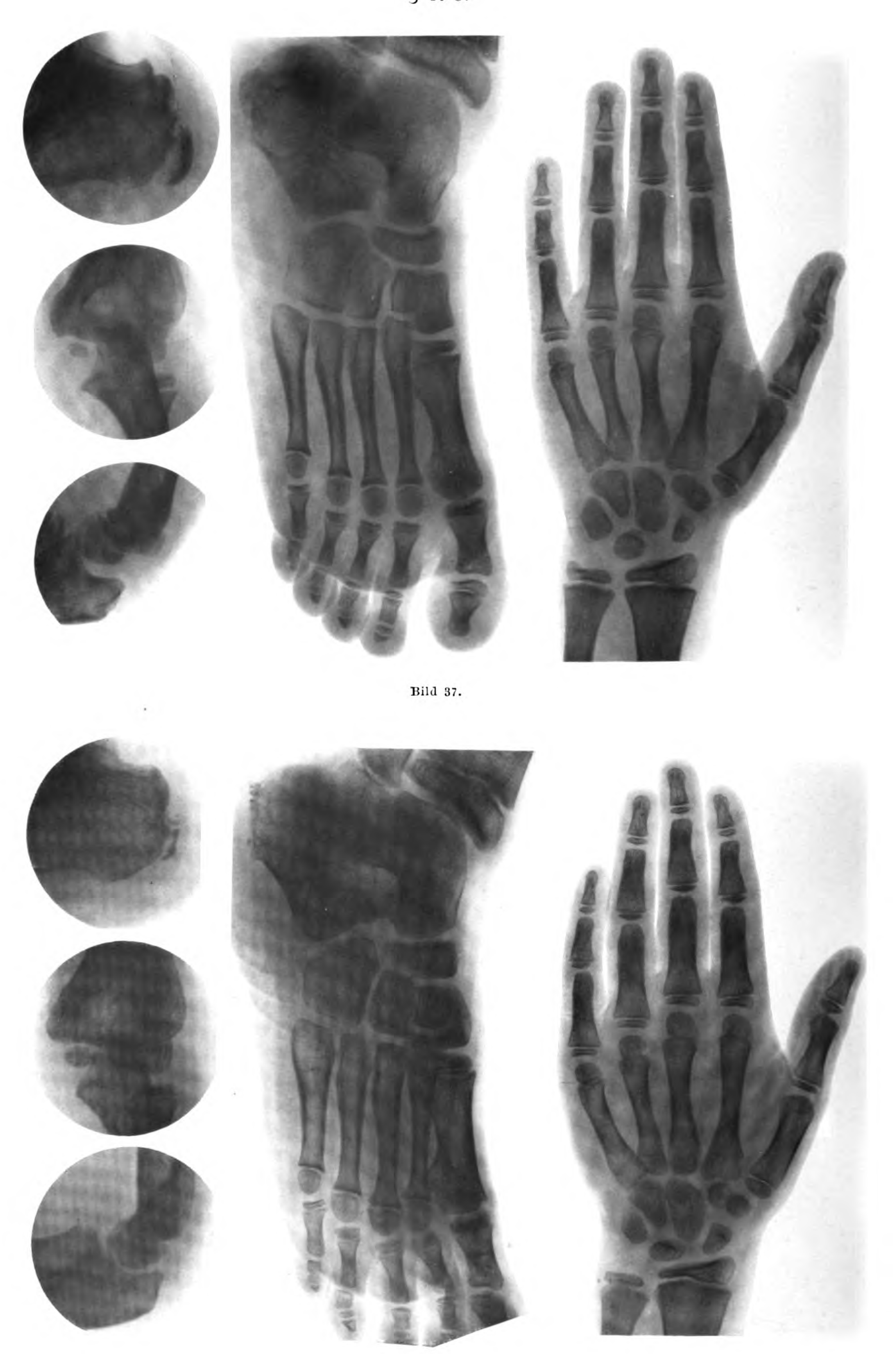


Bild 37.

Bild 38.

♂ 10 J.



Bild 39.



Bild 40.

♂ 11 J.



Bild 41.



Bild 42.

♂ 11 J.

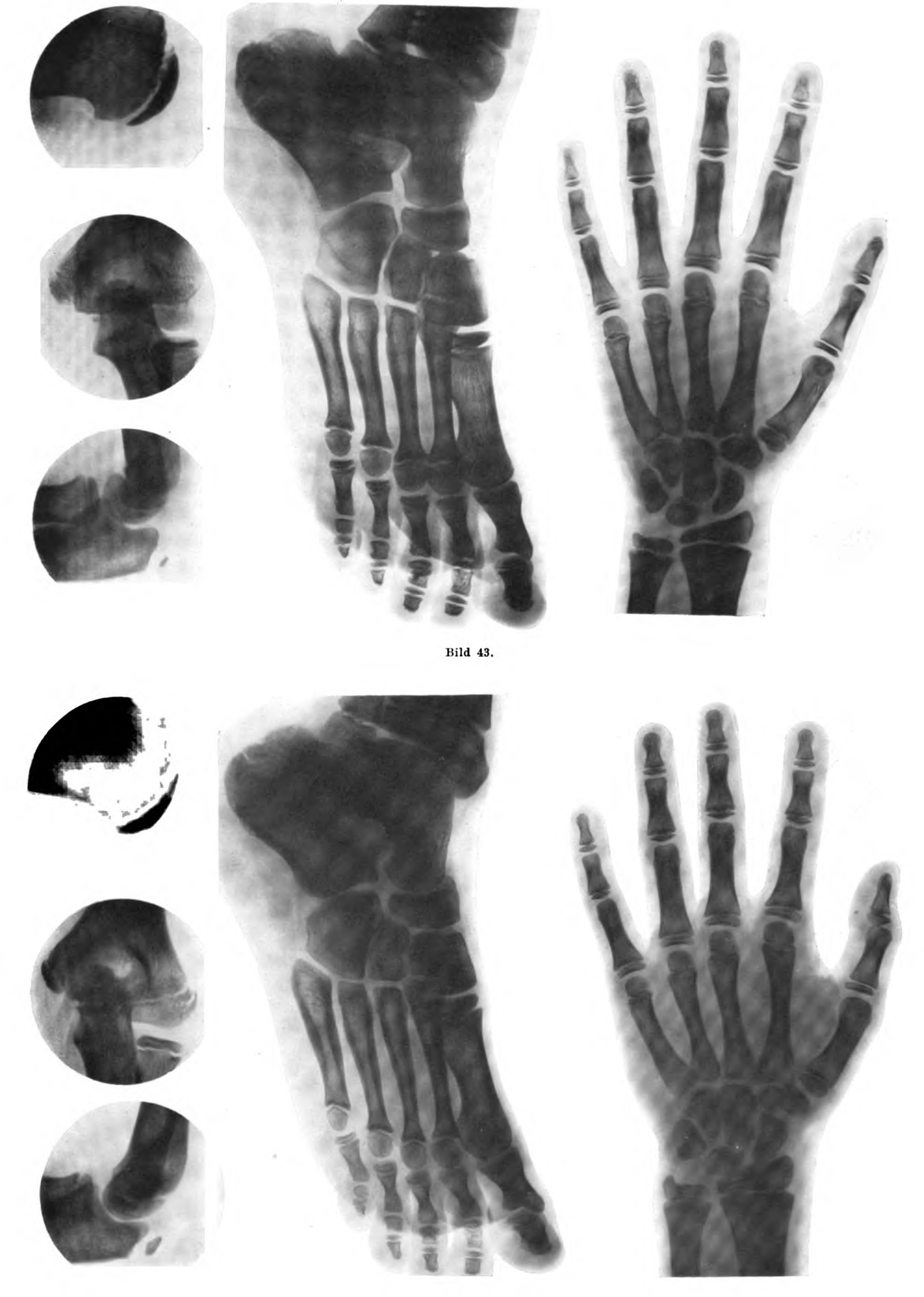


Bild 43.

Bild 44.

♂ 12 J.

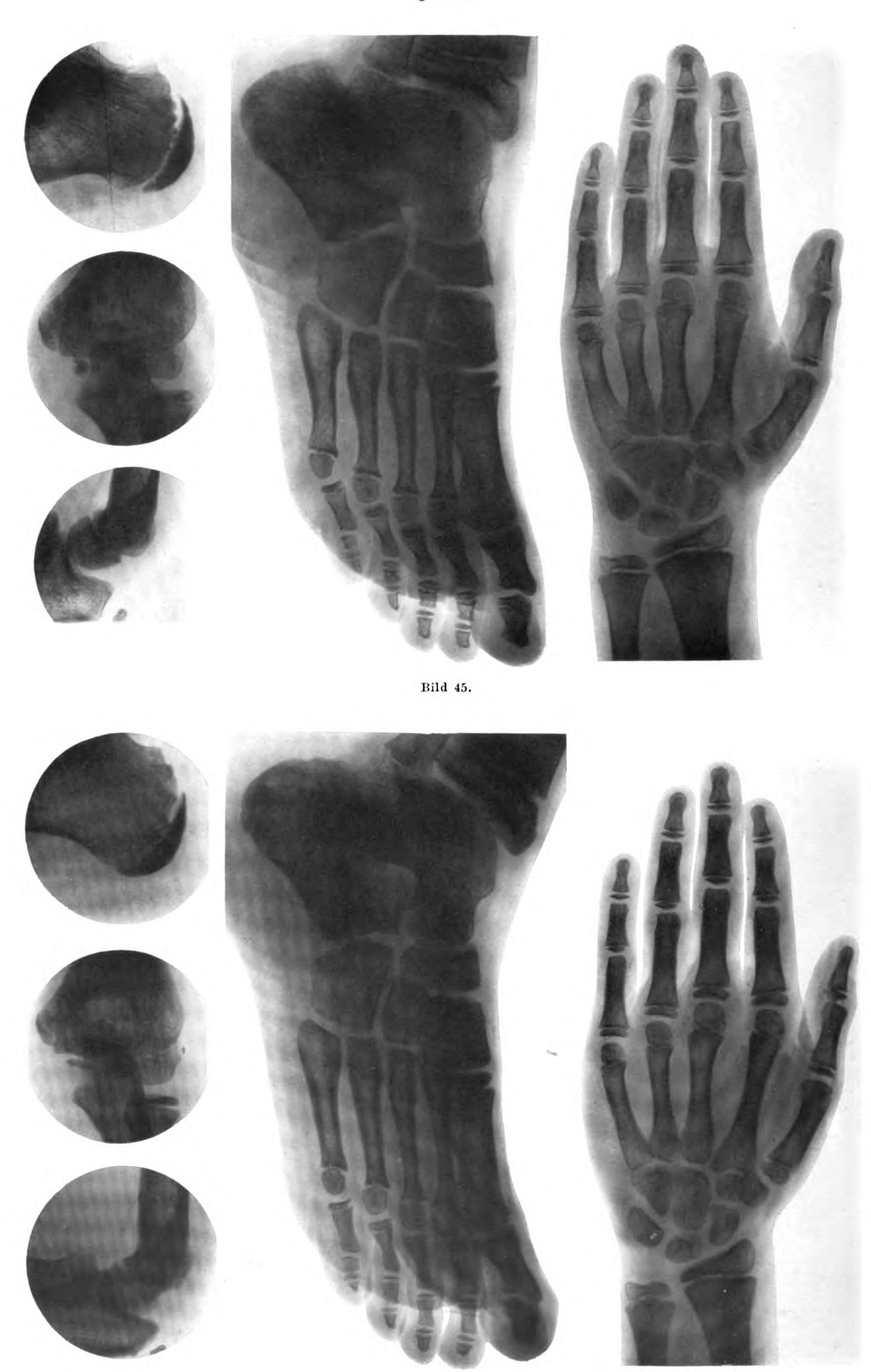


Bild 45.

Bild 46.

♂ 12 J.

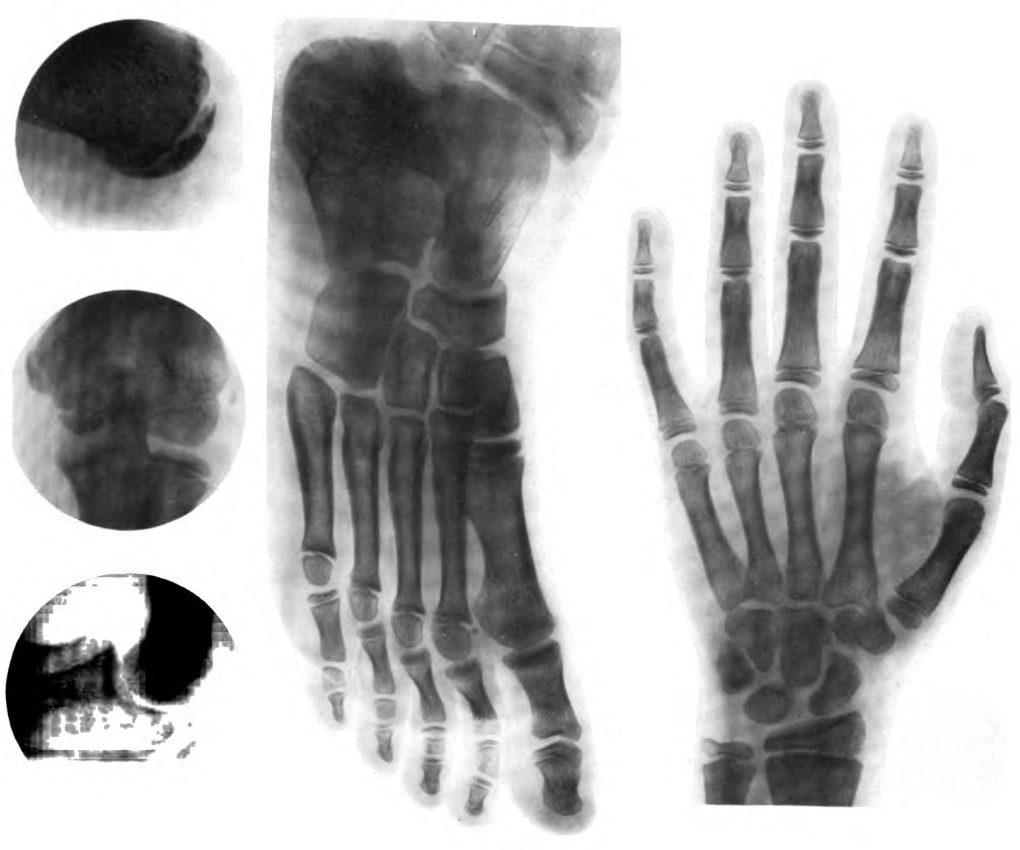


Bild 47.

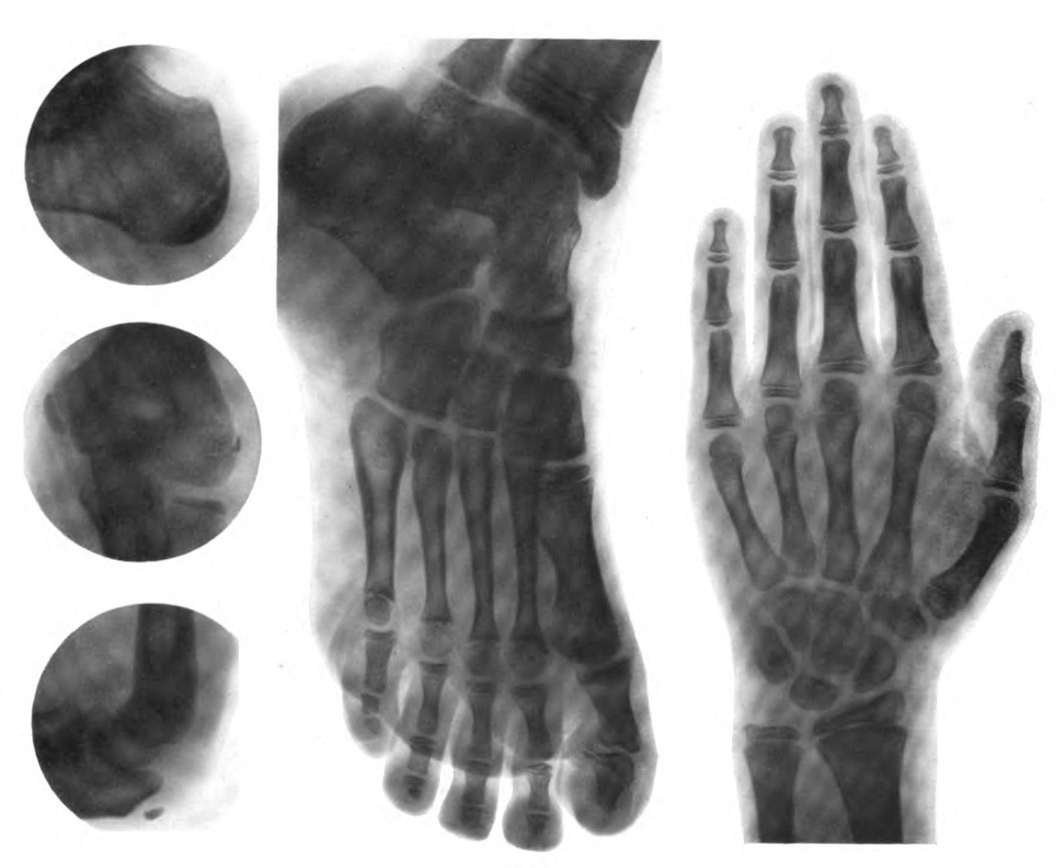


Bild 48.

♂ 13 J.

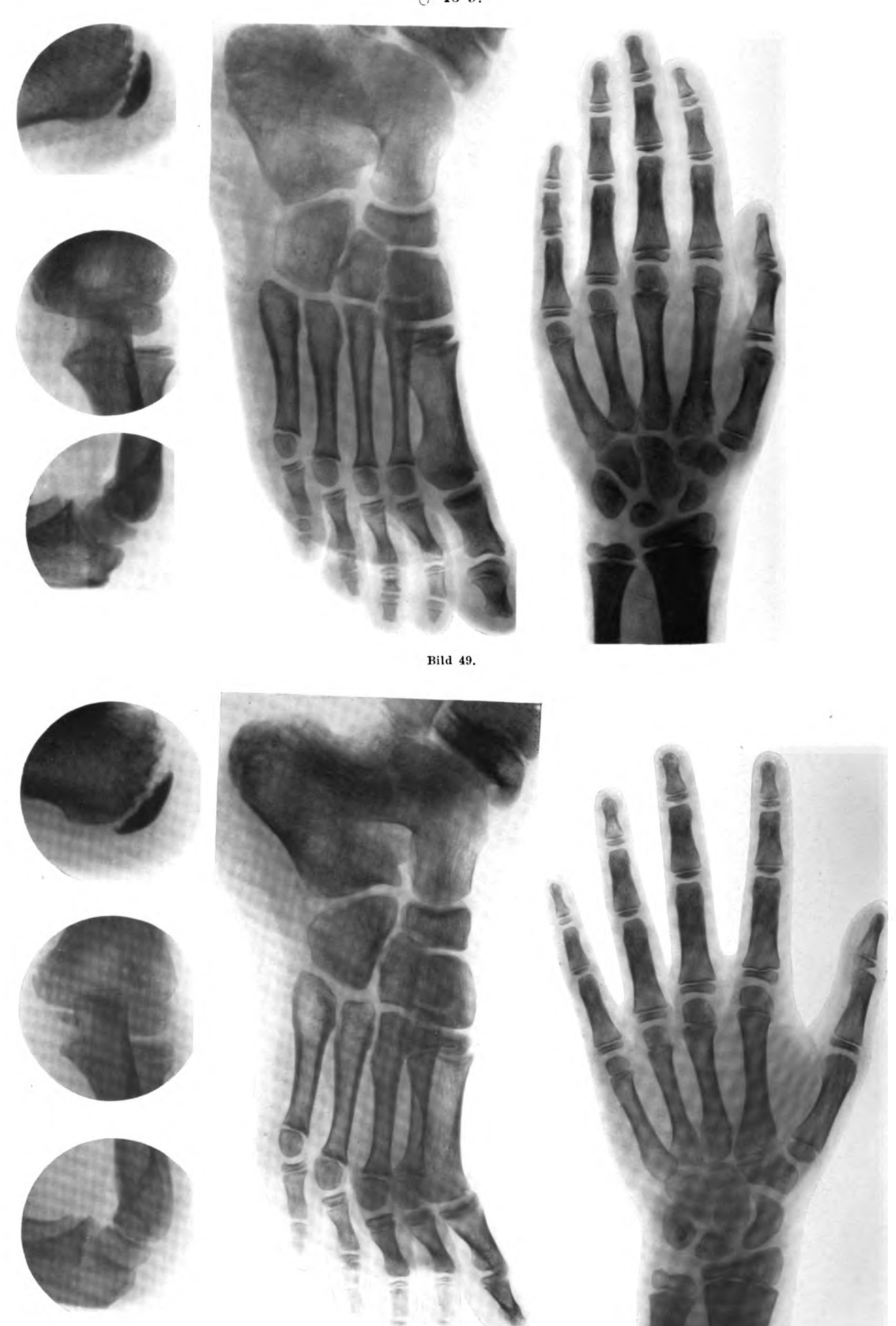


Bild 49.

Bild 50.

♂ 13 J.



Bild 51.

Bild 52.

♂ 14 J.

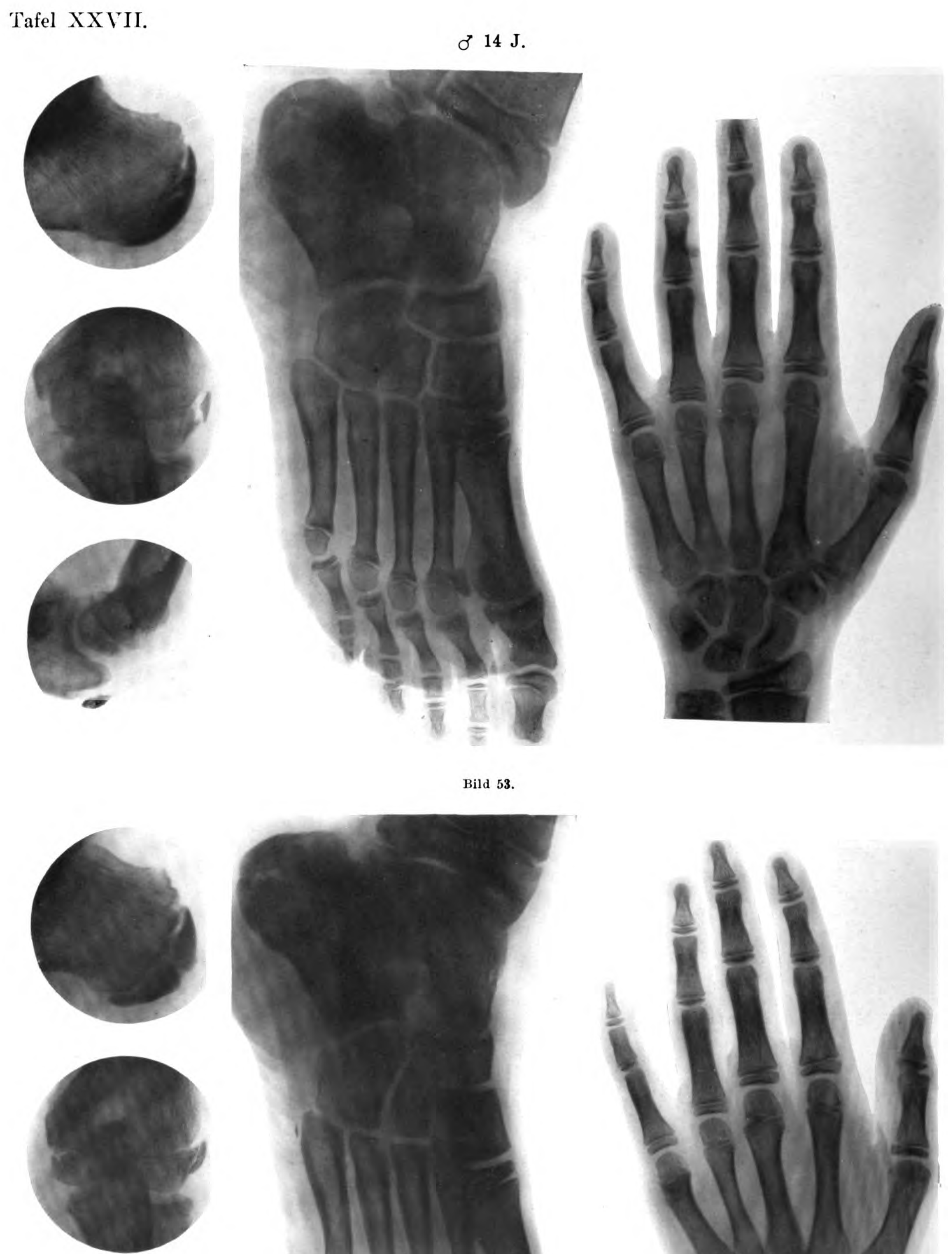


Bild 53.

Bild 54.

♂ 14 J.

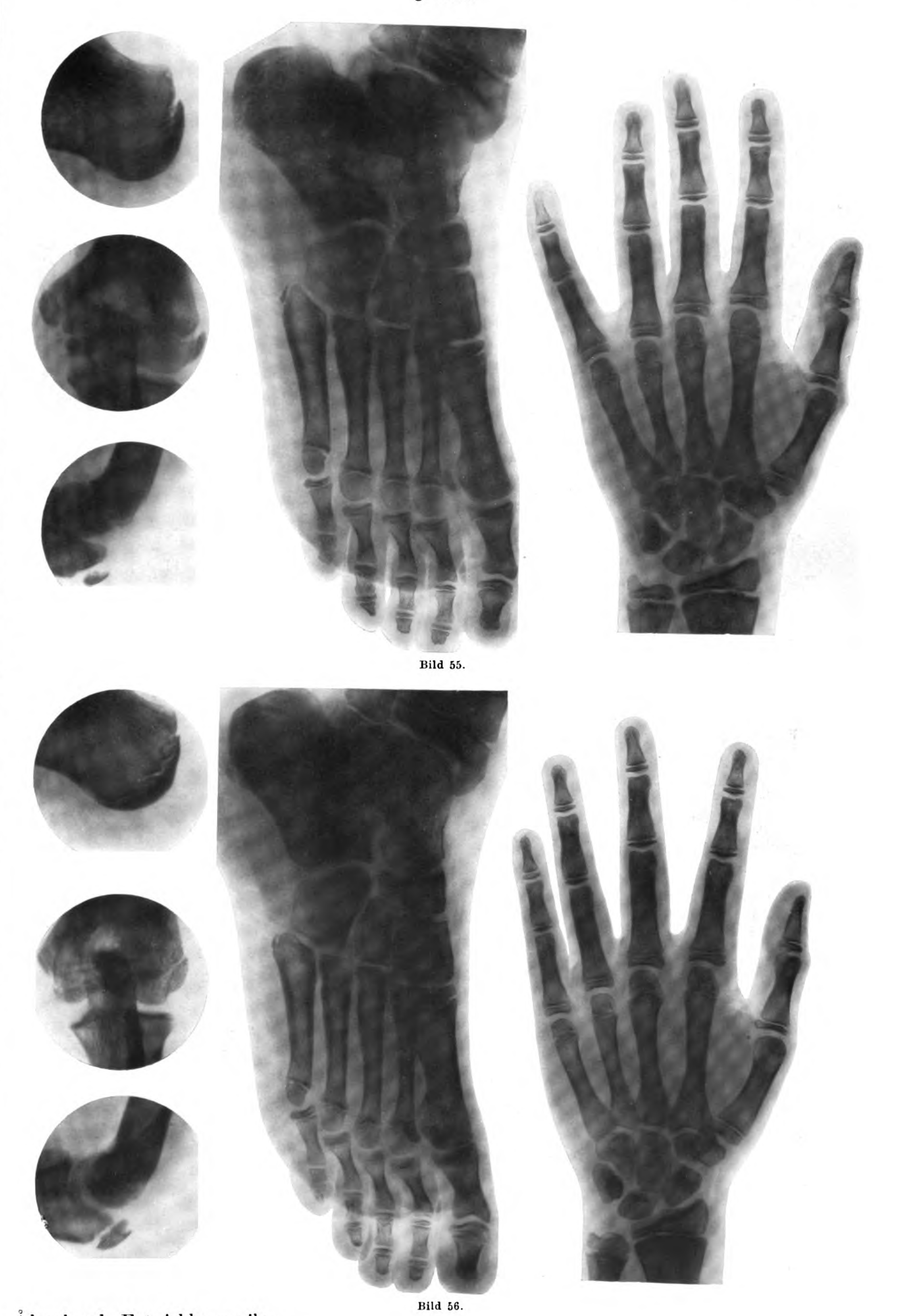
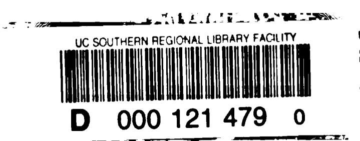


Bild 55.

Bild 56.


UC SOUTHERN REGIONAL LIBRARY FACILITY
D 000 121 479 0

